

Kohti vihreää kasvua

1

Tiivistelmä

Tämä kirja kysyy, miten talouden tuleva kehitys saadaan käännettyä ympäristön ja luonnon kannalta kestävämmälle uralle? Kutsumme tätä parempaa suuntaa **vihreäksi kasvuksi**. Tämän johdantoluvun tarkoituksena on kuvata vihreän kasvun konteksti ja esitellä kirjan varsinaiset sisältöluvut 2–9.

Otamme paljolti annettuna ympäristötieteilijöiden työn – siis esimerkiksi IPCC:n skenaariot ilmakehässä olevien kasvihuonekaasujen määrän kehityksestä. Me pureudumme siihen poliittiseen, sosiaaliseen ja taloudelliseen elin- ja toimintaympäristöön, joka on viimeisen noin kolmen sadan vuoden aikana aiheuttanut käsillä olevat luonto- ja ympäristöhaasteet, ja siihen, mitä näiden haasteiden ratkaisemiseksi voidaan tehdä talouden ja yhteiskuntapolitiikan tonteilla.

Meidän luvussa 10 tarkemmin esiteltävä politiikkareseptimme vihreän kasvun tavoitteluun on varsin yhdenmukainen aiemman kirjallisuuden kanssa: (1.) haittojen hinnoittelu markkinamekanismin kautta, (2.) vihreän tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminnan julkisen tukeminen, (3.) vihreät standardit, ruskeiden ratkaisujen kiellot sekä panos- tai loppumarkkinoiden julkiset tuet (kohtia 1. ja 2. tukien ja tarvittaessa niiden tieltä väistyen), (4.) kansalliset ja ylikansalliset kompensatiomekanismit.

Kiitokset

Lämmin kiitos kirjan kirjoittajille ja hankkeen ohjausryhmälle sekä asiaan paneutuneesta työskentelystä hankkeen aikana että tärkeistä huomioista tähän johdantolukuun. Hankkeen ohjausryhmän muodostivat: **Jaakko Hirvola** (Teknologiategollisuus), **Janne Huovari** (Valtiovaraministeriö), **Jari Hyvärinen** (Business Finland), **Kalle Kantola** (VTT), **Natalia Kuosmanen** (Elinkeinoelämän tutkimuslaitos ETLA), **Essi Lindberg** (Labore), **Ari Mikkilä** (Business Finland), **Meri Obstbaum** (Suomen Pankki), **Riikka Pakarinen** (Startup-yhteisö), **Annabella Polo** (Business Finland), **Elise Ramstad** (Business Finland), **Mikko Särelä** (TEK), **Markus Sovala** (Tilastokeskus), **Markku Stenberg** (Valtiovaraministeriö) ja **Markku Wilenius** (Turun yliopisto). Lisäksi olemme saaneet arvokkaita huomioita **Lassi Ahlvikilta** (Helsingin yliopisto) ja **Marita Laukkaselta** (VATT), joista parhaat kiitokset.

Suosittelava lähdeviittaus tähän lukuun:

Hyytinen, Ari, Maliranta, Mika, Rouvinen, Petri ja Tahvanainen, Antti-Jussi (2024). *Kohti vihreää kasvua*. Luku 1 (sivut 7–28) kirjassa **Hyytinen, Ari, Maliranta, Mika, Rouvinen, Petri ja Tahvanainen, Antti-Jussi** (toim.) (2024). *Vihreä kasvu*. Taloustieto Oy (osana Business Finlandin, Laboren ja VTT:n ForGrowth-hanketta). <https://ForGrowth.fi>

Ari Hyytinen

on Hankenin ja Helsinki GSE:n professori.

Mika Maliranta

on Työn ja talouden tutkimus LABOREn johtaja.

Petri Rouvinen

on Elinkeinoelämän tutkimuslaitoksen Etlan tutkimusneuvonantaja.

Antti-Jussi Tahvanainen

on Teknologian tutkimuskeskus VTT:n yritysennakointi- ja strategiatimin vetäjä.

Miten kääntää talouden kehitys ympäristön ja luonnon kannalta kestävälle uralle?

Raportoimme tässä kirjassa Laboren ja VTT:n toteuttaman ja Business Finlandin tukeman kaksivuotisen tutkimushankkeen ”Kestävän kasvun ennakointia – visio vihreän siirtymän jälkeisistä vaurauden ajureista” löydökset. Kirja luo analyttistä pohjaa nykyistä ympäristöystävällisemmälle taloudelle ja yhteiskunnalle, jossa kansalaisten on hyvä olla.

Kirja kysyy, miten talouden tuleva kehitys saadaan käännettyä ympäristön ja luonnon kannalta kestävämmälle uralle. Kutsumme tätä tähänastista parempaa kehitysuuntaa **vihreäksi kasvuksi**.¹

Katsomme, että talouskasvu ei itsessään ole arvokasta, vaan se on väline hyvää yhteiskuntaa tavoiteltaessa. Tässä yhteydessä hyvyyden mittana on maassa vallitseva hyvinvoinnin taso. Ihmisen luonnolle ja ympäristölle aiheuttamat muutokset vähentävät hyvinvointiamme – suorien vaikutusten, kuten sään ääri-ilmiöiden, ohella esimerkiksi sosiaalisten levottomuuksien, massasiirtolaisuuden ja sotien kautta – ja uhkaavat jopa ihmiskunnan selviytymistä, joten tulevan kasvun kääntäminen vihreämpään suuntaan on aikamme ehkä keskeisin yhteiskunnallinen tavoite.

Laatikko 1.1 Hyvinvoinnin mittaamisesta

Bruttokansantuotteen (bkt) tarkoituksena on kuvata maan rajojen sisällä tietyllä aikavälillä tapahtuvan tuotannon määrää. Vaikka se, henkilöä kohden laskettuna, ei varsinaisesti ole materiaalsen elintason tai laajemmin kansalaisten hyvinvoinnin mittari, sitä käytetään varsin yleisesti tässä merkityksessä. Siltä osin kuin luonto- ja ympäristövaikutukset eivät ole sisäistettyjä markkinoilla tapahtuvassa vaihdannassa, ne eivät tule bkt:n mittauksen piiriin, eikä bkt myöskään erottele hyödyllistä ja haitallista tuotantoa.

Ranskan presidentti Nicholas Sarkozyn aloitteesta istunut Nobelisti Joseph Stiglitzin komitea, jonka tähtenä oli hänen ohellaan nimenomaan hyvinvoinnin mittaamisesta Nobel-palkintonsa saanut Amartya Sen, on antanut tunnetuimmat ja eniten keskustellut parannusehdotukset bkt:n mittaamiseen (Stiglitz ym., 2010).^a Stiglitzin komitea toteaa, että hyvinvointi on moniulotteinen käsite, jonka osatekijöitä tulisi käsitellä yhtäaikaaisesti.

Vuonna 2015 kaikki YK:n jäsenvaltiot hyväksyivät kestävä kehityksen toimintaohjelman ja sen osana 17 kehitystavoitetta (*Sustainable Development Goals, SDG*), joiden seuraamiseen on luotu yli kahden sadan mittarin patteristo (ks. esim. Sachs ym., 2021). Tämä mittaristo sisältää varsin monipuolisesti niin inhimillistä hyvinvointia kuin luonto- ja ympäristöarvojakin koskevia ulottuvuuksia. Sittemmin sekä nämä kehitystavoitteet että niitä koskeva mittaristo ovat päättyneet hyvin monenlaisiin käyttöihin.

Koska moniulotteiset mittarit ovat hankalasti käytettäviä, eikä ole muodostunut mitään konsensusta niiden yksi- tai vähempiulotteisten versioiden muodostamisesta tai käytöstä, pitäydymme tämän kirjan kontekstissa paljolti bkt:n käytössä. Silti ajatellaan talouskasvua bkt:ta laajempaan käsitteeseen ja nimenomaan hyvinvoinnin lisääntymisenä.

^a Viittaamme Stiglitzin ja Senin tapauksissa Ruotsin keskuspankin taloustieteen palkintoon Alfred Nobelin muistoksi.

Painotamme, että kasvulla sinänsä ei ole itseisarvosta merkitystä ja että kasvu voi olla etumerkiltään positiivista tai negatiivista. Lisäksi huomautamme, että talouskasvu ei välttämättä edellytä fyysisen materiaalikäytön lisääntymistä, koska tässä yhteydessä kasvu on kuluttajille koituvaa arvoa, joka voi olla merkittävältä osin aineetonta.

Hyväksymme täysin sen, että luonnon ja ympäristön rajoissa toimiminen saattaa tarkoittaa paitsi toisenlaista niin myös mahdollisesti aiempaa hitaampaa talouskasvua. Emme kuitenkaan pidä järkevänä sitä, että ensisijaisena tavoitteena olisi talouden tietoinen, aktiivinen kutistaminen, koska se yksinään ei ratkaisisi käsillä olevia haasteita (Stern & Stiglitz, 2023).

Lähtöajatuksemme tässä kirjassa on, että luonnon ja ympäristön kannalta keskeiset tulemat syntyvät ihmisten välisen sosiaalisen kanssakäymisen tuloksena. Poliittiset ja taloudelliset prosessit ohjaavat tätä kanssakäymistä. Analyysimme keskittyy sosiaalisen, poliittisen ja taloudellisen toiminnan suuntaamiseen luonnon ja ympäristön kannalta nykyistä kestävämmälle uralle.

Vaikka tulkitsemme vihreän kasvun kansalaisten hyvinvoinnin lisääntymiseksi ympäristön ja luonnon kannalta kestäväällä tavalla, käytännön mittauksen osalta olemme osittain tavanomaisesti käytettyjen mittareiden kuten bruttokansantuotteen (bkt) varassa. Laatikossa 1.1 keskustellaan vaihtoehtoisista mittareista.

Teollinen historia suurena markkinaepäonnistumisena

Wattin höyrykoneen keksimisestä ja teollisesta vallankumouksesta on nyt kulunut reilut 250 vuotta. Aikana ennen teollista vallankumousta keskimääräisen kansalaisen hyvinvointi ei juuri lisääntynyt tuhansiin vuosiin (ks. globaalisti kuvio 1.1a ja Suomen osalta kuvio 1.1b). Pieniä poikkeuksia lukuun ottamatta keskimääräisen hyvinvoinnin kasvu on ollut jatkuvassa rivakassa nousussa koko teollisen historian ajan. Valitettavasti tämä kasvu on pitkälti perustunut fossiilisten polttoaineiden hyödyntämiseen ja monilta osin jonkinasteiseen luonnon ryöstökäyttöön. Luonto- ja ympäristökysymykset globaalin talouskeskustelun keskiöön nostanut Stern-raportti (2007) viittaa tähän kehityskaareen todetessaan, että ”ilmastonmuutos on seurausta maailmanhistorian suurimmasta markkinaepäonnistumisesta”.²

Johtavan tiedejulkaisun *Nature*n artikkeli (Rockström ym., 2023) käsittelee maapallon kahdeksaa kriittistä biologista tai fyysistä rajaa – ilmastoa, biodiversiteettiä (kahdessa luokassa), vettä (kahdessa luokassa), ravinnekiertoja (kahdessa luokassa) ja aerosoleja.³ Artikkelin 51 kirjoittajan tavoitteena on tunnistaa luonnon asettamat rajat, joiden ylittyessä ihmisen hyvinvoinnille aiheutuu merkittävää haittaa. Globaalilla tasolla seitsemän tutkitusta kahdeksasta rajasta on ylitetty eikä tulevaisuuteen voi minkään rajan osalta suhtautua optimisesti.

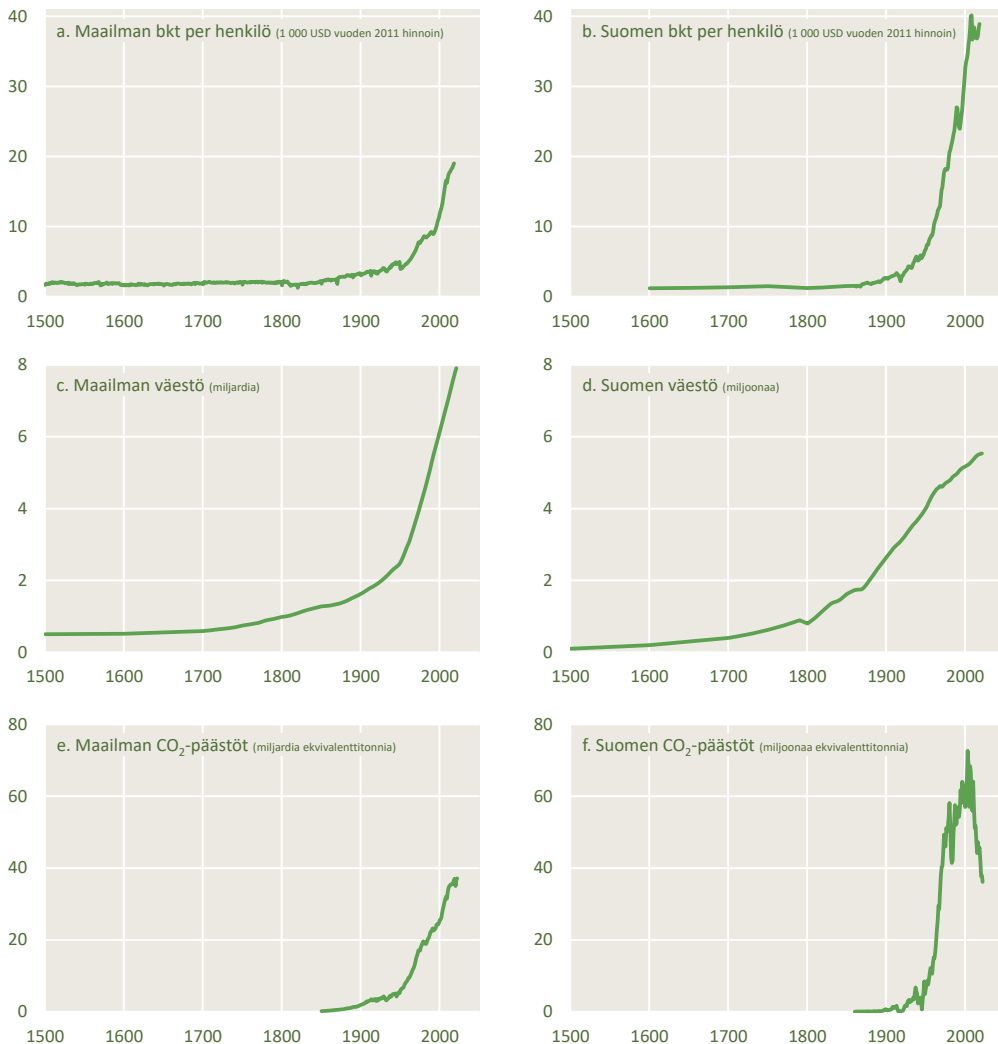
Me, tämän kirjan kirjoittajat, emme ole ympäristötieteilijöitä. Otamme lähtökohdaksemme hallitustenvälisen ilmastomuutospaneelin (IPCC, *Intergovernmental Panel on Climate Change*; laatikossa 1.2 on lyhyesti käsitelty vihreän kasvun tavoittelua si-

vuavia globaaleja instituutioita) ja Rockströmin ym. (2023) löydökset. Hyväksymme näistä nousevat havainnot faktoina emmekä käsittele niitä kuin tarvittavilta osin. Sen sijaan pureudumme siihen poliittiseen, sosiaaliseen ja taloudelliseen elin- ja toimintaympäristöön, joka on viimeisen noin kolmen sadan vuoden aikana aiheuttanut käsitteillä olevat luonto- ja ympäristöhaasteet.

Esimerkiksi kasvihuonekaasupäästöjen osalta nykyihmisen päästöneutraalinen elinkaari ei ole mahdollinen ilman kompensatiota tai kaasujen talteenottoa ilmaki-

Kuvio 1.1

Maailman ja Suomen vaurastuminen, väestö ja hiilidioksidipäästöt



Lähteet: Maddison Project Database, Our world in data, ICOS Data supplement to the Global Carbon Budget 2023.

hästä. Niinpä vihreän kasvun ensimmäisenä globaalina haasteena on edelleen jatkuva väestönkasvu (kuvio 1.1c; ks. myös Kruse-Andersen, 2023). Toinen haaste kumpuaa vaurastumisesta (kuvio 1.1a) tai pikemminkin siitä, että vaurastumisen aiheuttamat elämäntapamuutokset johtavat käytännössä kasvavaan luonto- ja ympäristörasitukseen – vieläpä ylisuhtaisesti siten, että kaikkien vauraimpien ihmisten aiheuttama rasitus on selvästi kaikkein köyhimpiä suurempi (Chancel, 2022).

Jälkimmäisen haasteen osalta on tapahtunut edistystä ainakin siinä mielessä, että vaurausyksikköä kohden laskettu rasitus on laskevalla trendillä (kuvio 1.2a). Tämä vaurastumisen ja ympäristörasituksen irtikytkytyminen on ollut tärkeä ja positiivinen kehitys. Väestön ja talouden edelleen kasvaessa se ei kuitenkaan ole ollut riittävä tekijä ratkaisemaan globaalisti pahenevia luonto- ja ympäristöhaasteita (kuvio 1.1e), vaikka johtavissa maissa ollaankin osin jo vakauttavalla tai korjaavalla tasolla (kuviot 1.1f ja 1.2b Suomea koskien).

IPCC:n kuvio 1.3 vahvistaa käsitystä, etteivät edes tällä hetkellä valmisteluissa olevat päätökset ole riittäviä. Itse asiassa verrattaessa kuviossa 1.3 arvioituja toimenpidevaikutuksia maapallon pitkään päästöhistoriaan kuviossa 1.1e mieleen hiipii ajatus, että tehtävä on mahdoton; ainakin nykyisillä kansainvälisillä ja kansallisilla poliittisilla, sosiaalisilla ja taloudellisilla järjestelmillä. Kuten YK:n pääsihteeri António Guterres sanoo,⁴ ”tuuma tuumalta edistyminen ei riitä”; tarvitaan ”ympäristöambioiden supernova”.

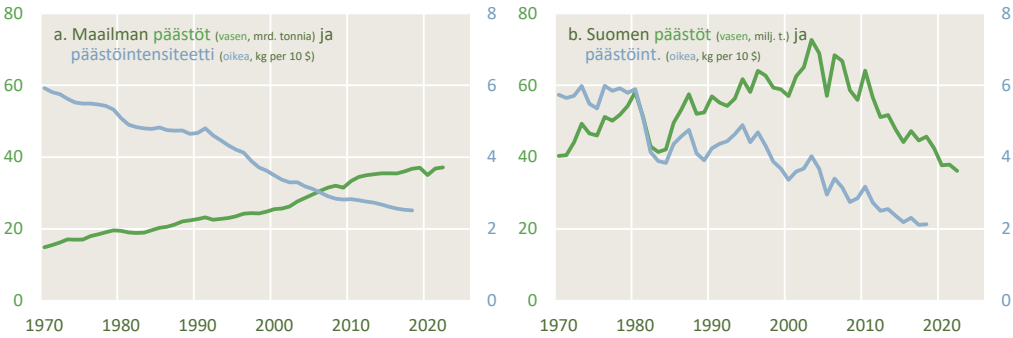
Laatikko 1.2 Luonto- ja ympäristöpolitiikan globaalit instituutiot ja ratkaisut

Periaatteessa yhteisön kohtaamia haasteita kannattaa ratkoa samalla tasolla kun millä itse haasteetkin ovat. Esimerkiksi kasvihuonekaasujen tapauksessa ongelma on globaali, eli partikkeleiden määrä (maailman ihmisten yhteisessä) ilmakehässä, jolloin lähinnä paras taso etsiä (poliittisia) ratkaisuja on globaali (Jotkut ympäristöhaasteet, kuten biodiversiteetin väheneminen, ovat ainakin osin globaalia tasoa paikallisempia.). Mikäli koko maailman tasolla tehtävät ratkaisut eivät ole mahdollisia, periaatteena tulisi olla ratkaisujen etsiminen lähinnä ylimmällä toimivalla tasolla, siis esimerkiksi Suomen osalta EU:ssa.

Olipa lähinnä tavoiteltava taso kunkin haasteen osalta mikä tahansa, kansallisessa politiikassaan Suomen täytyy hahmottaa omat luonto- ja ympäristötoimet myös ylikansallisesta näkökulmasta. Niinpä käymme tässä läpi muutamia näkökohtia luonto- ja ympäristöpolitiikan ylikansallisista instituutioista.

YK:n Rio de Janeirosa 1992 allekirjoitettu puitesopimus (*UN Framework Convention on Climate Change*, UNFCCC) on keskeinen institutionaalinen pohja ylikansallisissa ilmastomuutoksen hillitsemiseen tähtäävissä toimissa. Osapuolikonferenssi (*Conference of the parties*, COP) on UNFCCC:n päättöksiä tekevä ja toimeenpaneva elin. UNFCCC:n alla tehtävää työtä tukee hallitustenvälinen ilmasto-paneeli (*Intergovernmental Panel on Climate Change*, IPCC), joka laatii tieteelliseen tutkimukseen perustuvia konsensusraportteja ilmastomuutoksen etenemisestä, hillinnästä ja siihen sopeutumisesta. Luonnon monimuotoisuuden ja ekosysteemipalvelujen saralla lähinnä IPCC:n kaltaisessa roolissa toimii hallitustenvälinen luonnon monimuotoisuus- ja ekosysteemipalvelupaneeli (*Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*, IPBES).

Kuvio 1.2

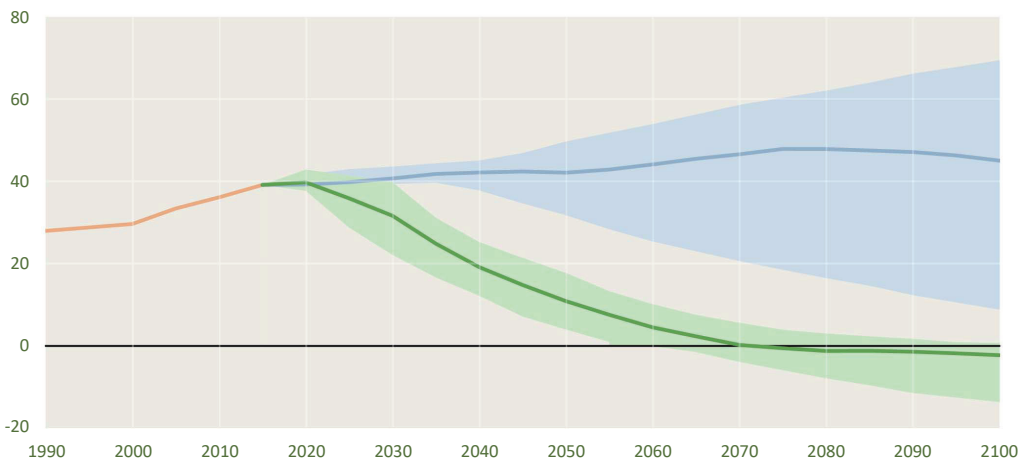
Maailman ja Suomen hiilidioksidipäästöt ja -päästöintensiteetti

Huomiot: Päästöintensiteetti suhteutettuna vuoden 2011 Yhdysvaltojen dollareina olevaan bruttokansantuotteeseen.

Lähteet: *Maddison Project Database, Our world in data, ICOS Data supplement to the Global Carbon Budget 2023.*

Kansainvälisen energiajärjestön IEA:n skenaariolaskelmassa puolet tarvittavasta kasvihuonekaasujen vähentämisestä perustuu jo olemassa oleviin ja puolet vasta kehitteillä oleviin teknologioihin (kuvio 1.4). Tarvitaan siis keppiä, porkkanaa ja raja-aitoja (a) nykyisten tapojen muuttamiseen ja jo keksittyjen ratkaisujen käyttöönottoon sekä (b) kokonaan uusien ratkaisujen kehittämiseen.

Kuvio 1.3

IPCC:n arvio ilmakehässä olevan kasvihuonekaasujen nettomäärän kehityksestä nykyisillä politiikkatoimilla ja päästöura, jolla maapallon lämpeneminen rajoittuisi kahteen asteeseen

Aineistolähde: IPCC (<https://ipcc-browser.ipcc-data.org/browser/dataset/6127/0>). Miljardia CO₂-ekvivalenttitonnia.

Odotuksilla on taipumus toteuttaa itseään. Koska ilmastonmuutos liittyy keskeisesti esimerkiksi energialähteisiin ja tuottamistapoihin, joihin liittyvissä investoinneissa puhutaan useiden vuosikymmenien ja jopa yli viidenkymmenen vuoden aikaväleistä

Laatikko 1.3 Laaja näkökulma luontoon

Kuten Rockströmin ym. (2023) käsittelemät rajatkin antavat ymmärtää, ilmastonmuutoksen hillitsemisen ohella vihreään siirtymään kuuluu monia muitakin asioita, kuten biologisen monimuotoisuuden turvaaminen, maaperän köyhtymisen ja aavikoitumisen estäminen, fosfori- ja typpikierron hallinta sekä merien suolapitoisuuden ja merenpinnan tason nousujen pysäyttäminen. Esimerkiksi Stefan ym. (2015) puhuvat tässä yhteydessä luonnon yhdeksästä kierrosta tai järjestelmästä, joista ilmasto ja sen muutos on vain yksi.

Kun mietimme laajaa näkökulmaa luontoon, on tärkeää huomata myös se, että paljon materiaaleja vaativa kiinteä tuotannollinen pääoma eri muodoissaan (rakennukset, koneet, laitteet, ajoneuvot ja käyttöesineet) ja muu yhteiskuntien aineellinen infrastruktuuri (tiet, rakennukset jne.) ovat kasvaneet nopeasti. Kuten mm. Hyytinen (2022a) on muiden ohella korostanut (ks. myös Vaden ym., 2019), tästä seuraa se, että pelkästään olemassa olevan fyysisen pääomakannan ja jo rakennetun infrastruktuurin ylläpitämiseen ja kulumista korvaavaan uusimiseen tarvitaan jatkossa merkittäviä määriä materiaalivirtoja.

Tässä kirjassa ajattelemme vihreää kasvua laajassa mielessä mutta – kansainvälisen tutkimuksen hengessä – pääpainomme on ilmastonmuutoksessa, kasvuhuonekaasuissa ja erityisesti hiilidioksidipäästöissä (eikä niinkään esim. metaanissa). Toteamme kuitenkin, että ympäristön eri ulottuvuuksia – mm. luontokatoa, päästöjä ja fyysisten materiaalien käyttöä – olisi syytä käsitellä yhdessä mm. siksi, että vain johonkin ulottuvuuteen keskittyminen voi johtaa kokonaisuuden kannalta takaperosiin poliittikajohtopäätöksiin siten, että yhtä tavoitetta edistettäessä lyödään toista korvalle.

Taloustieteellisestä näkökulmasta luonto on tuotannollisten panosten (mm. kaivannaiset) ja moninaisten ekosysteemipalveluiden lähde – alkaen hengitysilma ja päätyen virkistävään luonnossa liikkumisen. Valitettavasti luonto on myös paikka, johon voidaan kanavoida päästöt, saasteet ja jätteet aiheuttajansa näkökulmasta kustannuksilla, jotka ovat (niiden aiheuttajalle) muita vaihtoehtoja alhaisempia.^a

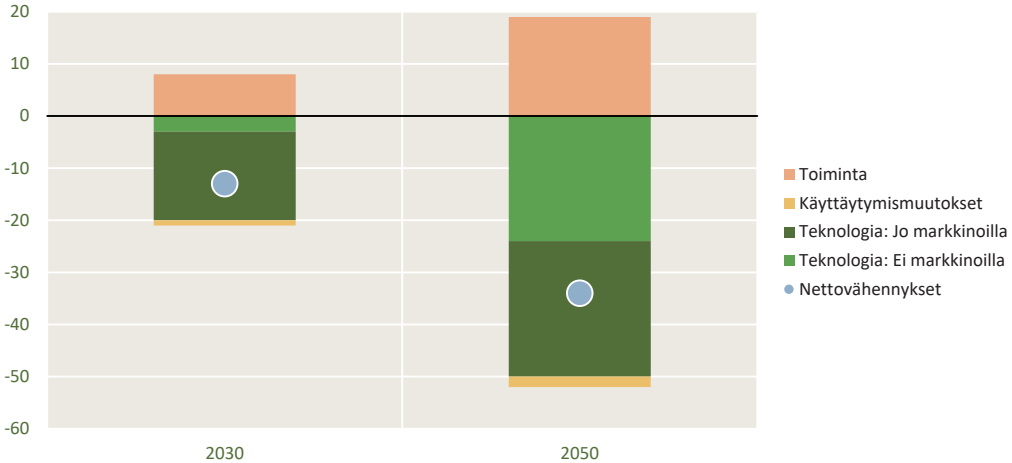
Taloustieteellisissä malleissa luonnon hyödyntämisen ja tuhoamisenkin ajattelua ohjaa kustannus-hyöty-analyysi. Kyse on sekä virroista, eli välittömien toimien aiheuttamista muutoksista, että kannoista, eli muutosten yli ajan kumuloituneista kokonaisvaikutuksista. Hyvä esimerkki jälkimmäisistä ovat koko ihmiskunnan historian aikana ilmakehään vapautetut kasvuhuonekaasut.

Ympäristömuutokseen liittyy keikahduspisteitä (*tipping points*) ja pienen todennäköisyyden omaavia äärimmäisiä tulemia (*extreme events*). Lisäksi emme edes summittaisesti tiedä kaikkia ympäristömuutoksen pitkän aikavälin vaikutuksia. Kaikki nämä seikat ja lisäksi myös voimakkaat mittakaava-edut ja polkuriippuvuudet tekevät kustannus-hyöty-analyysin ongelmalliseksi tai joskus jopa mahdottomaksi (Ekins & Zenghelis, 2021). Riskinä on se, että kun ihmisen toiminta ei ole pitkällä aikavälillä kestävä, luonnonvarojen käyttö ja ympäristökuormitus väistämättä ylittävät jossain vaiheessa jonkin, sinällään vaikeasti määriteltävän ja mitattavan, kriittisen pisteen. Jos tämä pääsee tapahtumaan, maapallon ekologinen kantokyky saattaa pysyvästi ja peruuttamattomasti heiketä, kenties kiihtyvällä nopeudella (ks. Hyytinen, 2022b, s. 4; Lenton ym., 2019).

^a Muussa tapauksessa "talouden kompassi" ei ohjaisi niitä luontoon.

Kuvio 1.4

Gloaalien hiilidioksidipäästöjen muutostarve toimenpidetyypin ja teknologian kypsyyden mukaan vuoden 2050 nettonollaskenaariossa kahtena ajankohtana



Lähde: IEA (2021). Miljardia CO₂-ekvivalenttitonnia.

(esim. vesi- ja ydinvoimassa), jaettu ja uskottava käsitys toivotusta tulevaisuudesta pitäisi saada muodostettua hyvin etupainotteisesti. Tarvittavien toimenpiteiden toteutus ja varsinkin monien vuosikymmenien päähän ulottuvien odotusten hallinta eivät kuitenkaan ole helppoja tehtäviä vallitsevissa kansainvälisissä tai kansallisissa politiikkaympäristöissä.

Talousajattelun viitekehys

Puhdasta markkinataloutta esiintyy sellaisenaan tuskin missään, mutta myös eri tavoin säännellyissä markkinatalouksissa hintamekanismi tarjoaa toimijoille sekä kannustimia tehdä tietynlaisia valintoja että auttaa kokoamaan taloudessa ja yhteiskunnassa hajallaan olevaa tietoa. Hinnat heijastelevat yhtäältä niukkuutta ja toisaalta sitä, mitä ihmiset arvostavat, ts. mikä erilaisten resurssien ja hyödykkeiden arvon ajatellaan olevan. Myös talouskasvu – sen edellytykset, nopeus ja suunta – kytkeytyvät pitkälti markkinoilla tapahtuvaan vaihdantaan ja hintamekanismin toimintaan.

Schumpeteriläisen eli ns. ”uuden-uuden” kasvuteorian (Aghion ym., 2015; Aghion & Howitt, 1992, 2009; Akcigit & Nicholas, 2019; Grossman & Helpman, 1991) mukaan hyvinvoinnin kasvun tärkein osatekijä on innovaatiotoiminnalle rakentuva teknologinen kehitys, jota ohjaavat osaltaan tutkijoiden, keksijöiden, soveltajien ja heidän organisaatioidensa (pääsääntöisesti yritysten) kohtaamat kannustimet ja joka reagoi erilaisten markkinoiden tarjoamiin hintasignaaleihin heijastellen niihin sisältyvää in-

formaatiota. Tutkijoiden, keksijöiden, soveltajien ja yritysten oman edun tavoittelu ruokkii kilpailua, joka yhdessä toimivien työ- ja rahoitusmarkkinoiden kanssa johtaa uusien ideoiden toteuttamiseen ja mahdolliseen skaalautumiseen – huonompien ideoiden kuihtuessa ja vapauttaessa niiden sitomat resurssit toisaalle. Perusajatus on yksinkertainen, mutta kyse on mutkikkaasta ja jatkuvassa liikkeessä olevasta hintamekanismiin ja vaihdantaan perustuvasta vuorovaikutuksesta tarjonta- ja kysyntäpuolella olevien ihmisten ja organisaatioiden välillä.

Markkinakilvoittelun ja resurssien uudelleen suuntautumisen takia schumpeteriläisen kasvuteorian yhteydessä puhutaan luovasta tuhosta. Luovan tuhon määrittelemisen ei ole täysin yksiselitteistä, mutta yksinkertaisimmillaan voidaan ajatella, että luova tuho on prosessi, jossa uudet innovaatiot ja teknologiset edistysaskeleet korvaavat vanhentuneet toimialat ja järjestelmät, mikä johtaa olemassa olevien taloudellisten rakenteiden uusiutumiseen. Tätä prosessia ajavat kilpailu ja yrittäjäys, kun uudet ideat ja teknologiat syrjäyttävät vakiintuneita tuotteita markkinoilla ja luovat kokonaan uusia markkinoita. Luovan tuhon prosessi sisältää jatkuvan innovaation vanhentumisen ja uusiutumisen kierron, mikä lopulta edistää resurssien uudelleen kohdentumista ja edelleen talouskasvua. Luovaan tuhoon kuuluvat siten sekä ideoiden jalostaminen uusiksi tuotteiksi osana innovaatiotoimintaa että niiden tehokas tuotanto ja jakelu siten, että asiakkaiden tarpeet tyydyttyvät aikaisempaa tehokkaammin ja paremmin. Tehokkuuden paraneminen viittaa olemassa olevien tai uusien hyödykkeiden tuottamiseen aikaisempaa vähäisemmällä resursseilla. Luovalla tuholla on myös toinen puoli: uuden teknologian luonti samalla hävittää vanhaan teknologiaan nojautuvaa yritystoimintaa.

Hyytinen (2015, s. 428) tiivistää asian työmarkkinoiden näkökulmasta näin: ”Tuhoa on se, kun yritys- ja toimipaikkarakenteiden uusiutumisen myötä työtehtäviä häviää tai kun koulutuksella ja työssä hankittu osaaminen vanhentuu. Tuhoavaa puolta on erityisesti se, kun yritykset menevät konkurssiin ja kun ihmiset joutuvat työttömäksi. Näistä aiheutuvat rahamääräiset ja inhimilliset kustannukset ovat todellisia, eikä sopeutuminen tapahdu ilman lisäuhrauksia. Luovaa puolta on se, että uusia, aikaisempaa tuottavampia työpaikkoja syntyy joko olemassa oleviin tai uusiin yrityksiin ja tuotantoyksiköihin.”

Edellä kuvatusta seuraa työvoiman liikkuvuutta toimialojen, yritysten ja työpaikkojen välillä, mikä pahimmillaan aiheuttaa myös työttömyyttä. Mutta jos yhteiskunnan sosiaaliturvajärjestelmät ja muut instituutiot ovat kunnossa, työttömyysjaksot eivät aiheuta ahdinkoa ja parhaassa tapauksessa työntekijät löytävät aikaisempaa parempia työpaikkoja. Näin luovan tuhon innovaatioprosessi kokonaisuudessaan tuottaa yhteiskuntaan korkeampaa hyvinvointia, mikä näkyy muun muassa ihmisten tyytyväisyytenä (Aghion ym., 2016). Ja parhaimmillaan sosiaaliturvaverkot voivat myös edistää innovaatioita esimerkiksi paremman työmarkkinakohtaannon kautta (Acemoglu & Shimer, 2000). Luovassa tuhossa on siis useita ulottuvuuksia, eikä se ole vain prosessi, jonka seurauksena esimerkiksi työntekijät aina kärsisivät.

Luonto- ja ympäristöhaasteet kumpuavat ulkoisvaikutuksista

Schumpeterilainen kasvuteoria päättyy johtopäätökseen, että yksityinen oman edun tavoittelu johtaa usein yhteiskunnallisesti toivottaviin painotuksiin, mitä tulee uusien ideoiden synnyttämiseen, soveltamiseen ja skaalautumiseen.

Toisinaan markkinasignaalien teknologista kehitystä ohjaava ”kompassi” – toisin sanoen hintamekanismi ja sen tarjoamat kannustimet ja välittämä informaatio – on kuitenkin rikki siten, että innovaatio toiminnan määrä tai painotukset eivät palvele kansalaisten tulevan hyvinvoinnin lisäämistä parhaalla mahdollisella tavalla. Kyse on pitkälti siitä, että hinnat eivät heijastele oikealla tavalla niukkuutta ja resurssien käyttöä. Tällöin teknologinen kehitys suuntautuu ei-toivotulla tavalla, ja syntyy tarve tämän harhan korjaamiseen yhteiskuntapoliittisin keinoin.

Satojen vuosien teollinen historia on suosinut ympäristöä rasittavia teknologioita – markkinavaikutuksien ja urariippuvuuksien takia tällä hetkellä harjoitettavan innovaatio toiminnan painotus onkin vääristynyt. Syynä tähän on usein se, että markkinahinnat eivät heijastele riittävässä määrin kaikkia niitä yhteiskunnallisia kustannuksia, joita tavaroiden ja palveluiden tuottaminen aiheuttavat.

Markkinoilla tapahtuvaan vaihdantaan perustuva yksityisen oman edun tavoittelu ohjaa varsin hyvin talouden toimijoita tilanteissa, joissa tavaran tai palvelun tarjontaan liittyvissä kustannuksissa ja tuotoissa näkyvät **kaikki** aiheutetut hyödyt ja haitat.⁵ Tilanteissa, joissa näin ei ole, syntyy läikkymis- tai ulkoisvaikutuksia (*spillovers, externalities*).

Uuden idean tahaton leviäminen on esimerkki yhteiskunnallisesti toivottavasta positiivisesta ulkoisvaikutuksesta. Jos tuottaja ei maksa täyttä hintaa kaikista teollisen prosessin tarvitsemista raaka-aineista ja sen synnyttämistä päästöistä ja saasteista, kyseessä on yhteiskunnallisesta näkökulmasta negatiivinen ulkoisvaikutus.

Luonnon tapauksessa ulkoisvaikutuksissa on usein kyse siitä, että omistusoikeuksia ei ole määritelty (Dasgupta, 2021):⁶ puhdasta hengitysilmaa tai kaunista maisemaa ei varsinaisesti omista kukaan ja vaikka omistaisikin, niiden käytöstä olisi käytännössä hankalaa veloittaa käypää hintaa.

Yhteisomistus voi olla perusteltua vaikkapa kansallispuistojen kohdalla, mutta joskus yhteinen omistajuus tai puuttuvat omistusoikeudet johtavat niin kutsuttuun yhteismaan ongelmaan (*tragedy of the commons*). Esimerkiksi meren kalakanta saattaa romahtaa, jos kalat ovat kaikkien yhteistä omaisuutta eikä kalastusta rajoiteta. Tällöin kunkin kalastajan omasta näkökulmasta järkevä käytös johtaa kaikkien kannalta huonoon lopputulokseen. Ongelma voidaan ratkaista rajoittamalla yhteisen omaisuuden käyttöä esimerkiksi kalastuskiintiöillä.

Läikkymis- ja ulkoisvaikutuksista seuraa, että yksityisillä markkinoilla vallitseva hinta on yhteiskunnallisesta näkökulmasta vääristynyt ainakin luonto- ja ympäristöarvojen osalta. Markkinahinnat eivät toisin sanoen heijastele riittävässä määrin kaikkia niitä (yhteiskunnallisia) kustannuksia, joita tavaroiden ja palveluiden tuottaminen

aiheuttavat. Toisinaan tarvittavaa markkinaa ei synny lainkaan, mikä puolestaan joutaa mm. siihen, että joillekin tuotantotoiminnassa tarvittaville tuotannontekijöille ei muodostu hintaa, eikä toimijoilla ole siis taloudellista kannustinta välttää niiden liikkakäyttöä. Talousskasvun kannalta ajateltuna toimijoilla ei myöskään ole kannustinta kehittää teknologioita, joilla voitaisiin vähentää näiden tuotannontekijöiden käyttöä tai luopua niistä kokonaan.

Politiikan johtotähtenä ulkoisvaikutusten sisäistäminen

Taloustieteellisen tutkimuksen perusteella perusratkaisu vihreän kasvun aikaansaamiseksi on elinkeinotoiminnan luontoa ja ympäristöä rasittavien negatiivisten ulkoisvaikutusten sisäistäminen osaksi markkinoilla vallitsevia hintoja.

Markkinoiden kautta tapahtuvan ulkoisvaikutusten sisäistämisen merkittävä etu on se, että (a) se tuottaa – lähes taianomaisesti – talouden eri toimijoille oikeat kannustimet vähentää luonnon ja ympäristön rasittamista ja että (b) lisäksi se kohdistaa korjaustoimet kustannustehokkaasti, toisin sanoen tarjoaa vahvat kannustimet vähentää luonnon ja ympäristön rasittamista siellä, missä se on tehokkainta. Jos kaikki ulkoisvaikutukset onnistuttaisiin globaalisti sisäistämään hintoihin siten, että ne heijastelevat kaikkien hyötyjen ja haittojen nettonykyarvoja, useimmat ilmaston lämpenemiseen ja luontokatoon liittyvät haasteet olisivat selätetyt.

Negatiivisten ulkoisvaikutusten sisäistämisessä yksi haaste on hyvinvointitappioiden määrittäminen rahassa. Luonto- ja ympäristövaikutusten lisähaasteena on se, että haitat kohdistuvat voittopuolisesti tuleviin sukupolviin. Nykyiset sukupolvet tekevät valintoja oman ja jälkipolvien hyvinvoinnin välillä vieläpä tilanteessa, jossa tulevien sukupolvien halut ja tarpeet eivät ole tiedossa (vaikka ne voivat tulla nykyisten kanssa samankaltaisia). Luonto- ja ympäristöhaasteita ratkottaessa joudumme väistämättä jotenkin arvottamaan nykyistä ja tulevaa hyvinvointia, mikä edellyttää tulevan hyvinvoinnin ja usein myös rahavirtojen nykyarvojen laskemista eli diskonttausta, mikä ainakin hyvinvoinnin tapauksessa on eettisesti arveluttavaa (Gardiner, 2011).

Ulkoisvaikutuksia sisäistävässä ratkaisussa ei välttämättä ole kyse negatiivisten vaikutusten estämisestä kokonaan, vaan pikemminkin ekologisen ja ekonomisen kokonaisuuden optimoinnista. Toimiessaan sisäistäminen tarkoittaisi sitä, että negatiivisista ulkoisvaikutuksista koituvat yhteiskunnalliset seuraukset ja niihin liittyvät hyvinvointitappiot tulisivat täysimääräisesti niitä aiheuttavien tahojen maksettaviksi osana olemassa olevia markkinoita.

Koska esimerkiksi päästöille ei luontaisesti synny yksityisiä markkinoita, sisäistäminen edellyttää tietoisesti – ja käytännössä julkisin toimin – luotuja erillisiä markkinoita, joiden pitää olla poliittisesti hyväksytyjä ja operatiivisesti mahdollisia. Esimerkiksi ilmakehään päästetyn hiilidioksiditonin hinnan tulisi heijastella sen globaalien vaikutusten nettonykyarvoa ja kaikkien päästöjen aiheuttajien tulisi kohdata yksi

maailmanlaajuinen markkinahinta.⁷ Tähän liittyy haasteensa. Tähänastinen tutkimus ei tarjoa riittävää pohjaa objektiivisesti oikean päästöhinnan määrittelyyn; hinnoittelu päästölähteittäin on puutteellista ja epäyhtenäistä; lisäksi saman päästön hinta vaihtelee merkittävästi maittain.

Haasteista huolimatta hiilidioksidipäästöjen hinnoittelu on välttämättä osa ilmastomuutoksen hillintää, ja se onkin laajassa käytössä. Päästöongelman hoitaminen pelkästään markkinahinnan kautta sisäistämällä ei kuitenkaan ole mahdollista. Niinpä käytännön ratkaisuna on laaja kirjo erilaisia toimenpiteitä, joiden ohjaavat vaikutukset tulevat mietittäväksi itsenäisesti ja yhdessä, tietyssä ajanhetkenä ja yli ajan. Pakottava lainsäädäntö tulisi nähdä pikemminkin täydentävänä kuin korvaavana vaihtoehtona markkinapohjaisille sisäistävälle instrumenteille (Lamperti ym., 2020). Päästöjen hinnoittelu ja pakottava regulaatio eivät yhdessäkään poista tarvetta teknologisen kehityksen suuntaamiseen (Acemoglu, 2023).

Mikä on ihmisten maksuhalukkuus?

Ulkoisvaikutusten sisäistäminen tai ”vihreämmät markkinat” ylipäätään eivät toimi, jos ihmiset kuluttajina, äänestäjinä ja kansalaisyhteiskunnan toimijoina eivät halua tai voi maksaa – muodossa tai toisessa – vihreistä arvoista. Esim. Busato ym. (2022) väittävät, etteivät kuluttajat välitä vihreistä arvoista läheskään niin paljon kuin heidän pitäisi. Selvää ei tietystikään ole, miten tarkoituksenmukainen vertailukohta tällaisissa tarkasteluissa määritellään. Sekä talous- että poliittinen järjestelmä heijastelevat kuluttajien ja kansalaisten mieltymyksiä ja tarpeita, eli heidän preferenssejään.

Yksilötasolla puutteellisessa maksuhalukkuudessa tai -valmiudessa voi olla kyse monista eri asioista. Yhtäältä voi olla niin, että ihmiset eivät yksinkertaisesti välitä päätöksensä ja käyttäytymisensä ympäristövaikutuksista. Toisaalta he saattavat toimia lyhytnäköisesti tai niin sanotusti vapaamatkustaa muiden uhrauksilla. Voi myös olla niin, että kannattaisimme kyllä kaikille kipeitä toimia mutta vain tilanteissa, joissa muut eivät pääse vapaamatkustamaan omista panostuksista koituviin hyötyihin. Nämä haasteet eivät ole helposti ratkaistavissa, mutta ne saattavat osin liittyä tiedeyhteisön ja laajemmin yhteiskunnan kykenemättömyyteen kommunikoida ilmasto- ja luontoasioista oikealla tavalla tai siihen, että ihmiset arvottavat tulevaisuutta ”väärin”, jolloin kyse on tietynlaisesta käyttäytymisharhasta.⁸ Kuten Blanchard ym. (2023) keskustelevat, taloustieteilijöiden näkökulmasta hyvät politiikat eivät välttämättä ole suosittuja – ainakin ranskalaisten silmissä hiilivero (ja päästökauppa sen suorana vaihtoehtona) näyttää huonolta politiikkavaihtoehdolta, siinä missä läpinäkyvät ja usein tehottomat julkiset infrastruktuuriohjelmat, tuet ja kiellot ovat suosittumia.

Voi myös olla, että ihmiset kyllä välittäisivät, mutta heillä ei ole riittävää informaatiota kulutus- ja muiden päätöksensä elinkaarivaikutuksista ympäristöön. Tässä tapauksessa heidän kulutus-, äänestys- ja muut päätöksensä **eivät voi** ohjautua oikein, vaikka riittävä maksuhalukkuus ja -valmius olisi olemassa. Tällöin kyse on ainakin tie-

tyiltä osin siitä, että objektiivista informaatiota luonnon ja ilmaston kannalta parempien päätösten pohjaksi ei ole sillä tasolla, jolla kulutuspäätöksiä tehdään.⁹

Yrityksen näkökulmasta innovaatiotoiminta edellyttää riskipitoisia investointeja, joille tyypillisesti odotetaan tuottoja noin kolmesta kymmenen vuoden aikavälillä (tuottovirran jatkuessa koko investoinnin elinkaaren ajan, joka usein lasketaan kymmenissä vuosissa). Toimiakseen tehokkaasti myös innovaatio- ja laajemminkin investointitoiminnan kautta vihreän yhteiskuntapolitiikan tuleekin olla ennustettavaa sekä mieluusti asteittain ja peruuttamattomasti tiukkenevaa, kuten mm. Dechezleprêtre ym. (2019) toteavat.¹⁰ Van der Meijden ja Smulders (2017) korostavat tarkastelusaan odotusten hallintaa teknologista kehitystä suunnattaessa. Basaglia ym. (2022) havaitsivat, että epävarmuus ilmastopolitiikassa on poikkeuksellisen haitallista myös vihreän innovaatiotoiminnan kannalta.¹¹ Stern ja Valero (2021) painottavat, että yhtenä vihreän yhteiskuntapolitiikan roolina on ylipäättään hallita yksityisten sijoittajien odotuksia siirryttäessä kohtia fossiilivapaata tasapainoa.

Monilla politiikkatoimilla kohti samaa maalia

Yleisesti ottaen ajatellaan, että viranomaisilla ei ole parasta tietoa ja käsitystä hyvistä tulevista ratkaisuista. Tällöin onnistuneen yhteiskuntapolitiikan piirteitä ovat markkinaperusteisuus ja teknologianeutraalius, joka tosin toisinaan on ristiriidassa yhtenäisestä standardista saatavien mittakaava- ja verkostohyötyjen kanssa. Eri politiikkatoimien yhteisvaikutukset innovaatiotoimintaan onkin tarpeen miettiä tarkoin.

Esimerkiksi paljon ympäristöä kuormittavien tai energiaa käyttävien tuotteiden myyntikiellot taikka esimerkiksi vihreitä rahoitusmarkkinoita ohjaava EU-taksonomia (ja siihen liittyvät *technical screening criteria*) luovat usein tiukkoja vihreä-ruskea-rajoja. Niiden seurauksena saattaa olla, että kannattaa investoida vain juuri ja juuri vihreän puolelle kääntyvään ja jo valmiiksi saatavilla olevaan ratkaisuun, mikä ei ruoki varsinkaan radikaalimpaa innovaatiotoimintaa.

Melko usein yhteiskunta- ja elinkeinopolitiikassa on luontevaa ajatella, että samaa päämäärää ei tulisi tavoitella kovin usealla politiikkatoimella eikä samaa politiikkainterventiota kannattaisi käyttää monien eri tavoitteiden saavuttamiseen. Vihreän siirtymän tapauksessa on kuitenkin tarvetta laajalle politiikkavälineistölle, vaikka ensisijaisena johtotähtenä tulisikin olla ulkoisvaikutusten sisäistäminen ja yksityisten markkinoiden kautta tapahtuva ohjautuminen.

Taloustieteellisen tutkimuksen valossa on selvää, että luonto- ja ympäristöongelmien aktiivinen ja etupainotteinen ratkominen on pidemmällä aikavälillä paljon halvempaa ja hyvinvoinnin kehityksen kannalta viisaampaa kuin toimettomuus näissä suhteissa. Tehokkaasti toteutettuina ratkaisut eivät myöskään ole kohtuuttoman kalliita.

Kotimaisessa tutkimuksessa esim. Kuosmanen ym. (2023) sekä kansainvälisessä tutkimuksessa esim. Blanchard ym. (2023) ja Jaakkola ym. (2023) antavat varsin yhteneväiset politiikkareseptit vihreän kasvun tavoitteluun:

1. **Haittojen hinnoittelu markkinamekanismin kautta.** Esimerkiksi kasvihuonekaasupäästöjen verottaminen tai vaihtoehtoisesti päästöoikeuskauppa.
2. **Vihreän tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminnan julkinen tukeminen.** Mm. polkuriippuvuuksista ja verkostovaikutuksista johtuen ruskeilla ratkaisuilla on pitkä etumatka, eikä tilanteen muuttaminen onnistu riittävällä nopeudella vain kohdan 1 hinnoittelumekanismen kautta.
3. **Vihreät standardit, ruskeiden ratkaisujen kiellot sekä panos- tai loppumarkkinoiden julkiset tuet.** Kohtia 1 ja 2 tukien ja tarvittaessa niiden tieltä väistyen.
4. **Kansalliset ja ylikansalliset kompensatiomekanismit.** Ainakin siirtymävaiheessa vihreän kasvun tavoittelu maksaa (nettomääräisesti), ja murroksessa on voittajia ja häviäjiä. Oikeudenmukaisuus ja poliittinen kannatus edellyttävät jonkinasteista kansallista kompensatiota – taloustieteilijät keskustelevat esim. hiilidioksidiveron tai -päästökaupan tuottojen jakamisesta takaisin kansalaisille könttäsummina. Kilpailukykynekökohdat saattavat edellyttää kilpailuneutraalia hiilitullia. Toteutettiinpa kompensatiot miten tahansa, ne eivät saisi vähentää ihmisten ja organisaatioiden kannustimia edetä vihreään suuntaan.

Vaikeus edellä mainittujen toimien kohdalla on se, että kokonaiskustannusten minimoimiseksi ne pitäisi saada toteutettua kahdessakin mielessä markkinaohjautuvasti – eli siten, että lähinnä tehokkain toteuttaja tavoittelisi päästövähennystä lähinnä helpoimmasta kohdasta alkaen – ja kullakin alamarkinalla toimivaa kilpailua edistäen.

Demokraattiset instituutiot saattavat aiheuttaa lisähaasteen vihreälle siirtymälle. Ensinnäkin, vaalikausittain toteutettavat politiikkaohjelmat tuottavat huonosti tässä yhteydessä tarvittavaa ennustettavuutta ja jatkuvuutta useiden vuosikymmenien yli. Toiseksi, yhdistelmänä puolueiden ohjelmia ja kansalaisten kannatusta vihreällä agendalla ei näytä olevan lainkaan riittävää painoa suhteessa uhkana oleviin hyvinvointitappioihin. Suomen tapauksessa EU:n harjoittama politiikka lienee ainakin osin johtanut tiukempaan ympäristöpolitiikkaan kuin mitä muutoin olisi harjoitettu – ainakin tältä osin erottaminen suorasta kansallisesta politiikkakontrollista on ollut eduksi. Mitä vihreään elinkeinopolitiikkaan tulee, esim. Rodrik (2015) ehdottaa ohjauksen delegoimista poliittisesta päätöksenteosta eristetyille teknokraattisille virkahenkilöille.

Laatikko 1.4 Vihreän talouskasvun empiirinen viitekehys

Bruttokansantuote (mahdollisesti henkilöä kohden laskettuna) tai sen kasvu (reaalinen vuosimuutos) ei ole kansalaisen tai hänen hyvinvointinsa mittari (ks. laatikko 1.1). Silti tukeudumme tässä kirjassa osin bruttokansantuotteen laskemista varten luotuun kansantalouden tilinpittoon ja sen keskeisiin käsitteisiin.

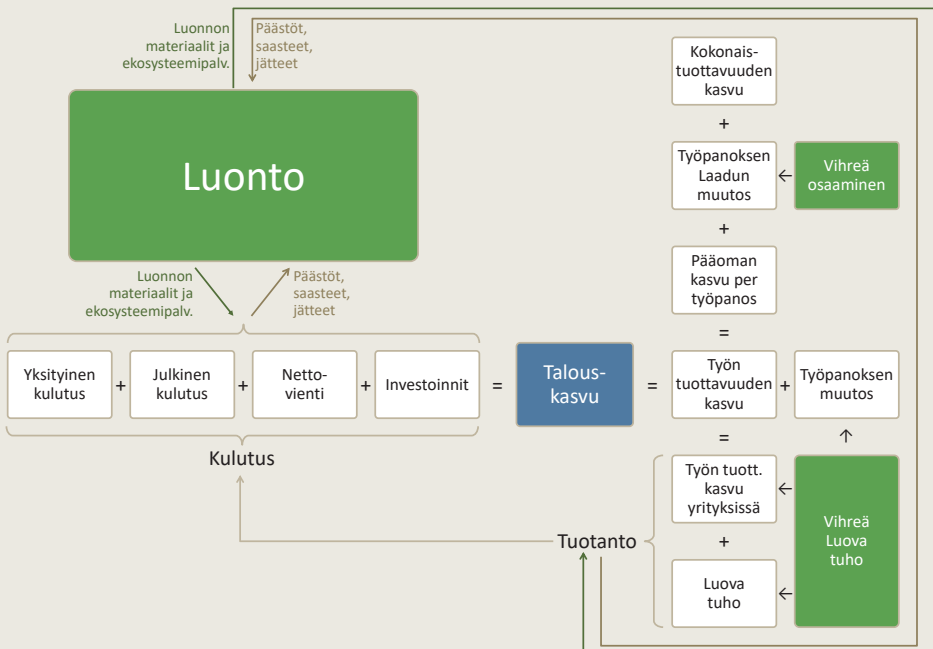
Ajatuksellisesti kaikki tavarat ja palvelut tuotetaan yhdistelemällä tuotantoprosessissa kokonaan kuluvia työtä, raaka-aineita ja välipanoksia sekä osittain tai ei lainkaan kuluvia aineellisia ja aineettomia pääomaeriä. Kasvua syntyy, jos loppukäyttäjien tavaroiden ja palveluiden kulutuksen kautta kokema arvo (ja sen perusteella maksettu reaalin hinta) lisääntyy ajan kuluessa.

Kuviossa 1.5 perinteiseen kansantalouden tilinpidosta johdettuun talouskasvun viitekehukseen (Maliranta, 2019, s. 42) on lisätty siitä perinteisesti puuttuva luonto/ympäristö. Kuviossa on hahmotettu luonnon/ympäristön rooli tuotannollisten panosten ja ekosysteemipalveluiden lähteenä sekä sen rooli päästöjen, saasteiden ja jätteiden sijoituspaikkana. Kuviossa viitataan myös niin yritysten välisen kilpailun kuin työmarkkinadynamiikankin vihreisiin ulottuvuuksiin. Viimekädessä kaikki kuvion elementit ja niihin liittyvät parametrit ovat seurausta ihmisten välisistä prosesseista ja ovat kansallisvaltion poliittisen prosessin kautta päätettävissä.

Kuvio kertoo, että talouskasvua voidaan tarkastella kolmesta suunnasta. Talouden lyhyen aikavälin suhdanteet dominoivat usein päivänpoliittista keskustelua. Kuviossa vasemmalla esitettävä yhtälö auttaa jäsentämään tuota keskustelua. Siinä tarkastellaan, miten talouskasvu riippuu erilaisista kysyntätekijöistä. Ne ovat taustalla, kun pohditaan, pitäisikö veroja alentaa tai julkisia menoja lisätä ta-

Kuvio 1.5

Vihreän talouskasvun tarkastelun kehikko



Lähde: Kirjoittajien hahmotelma.

louskasvun virkistämiseksi. Toisaalta Suomen kaltaisessa pienessä avotaloudessa viennin ja tuonnin merkitys on suuri, mikä usein ohjaa keskustelua vientiyritysten kilpailukyvyistä huolehtimiseen. Kilpailukyvyllä voi olla suuri vaikutus muun muassa yritysten investointien määrään, joka myös on talouskasvuun vaikuttavat kysyntätekijä.

Tässä keskustelussa painopiste on enemmän kulutuksen ja investointien määrissä sekä talouden tasapainossa suhdannemielessä kuin kulutuksen ja investointien rakenteiden kestävyudessa ympäristön näkökulmasta. Mutta vihreällä siirtymällä on kytköksiä myös talouden suhdanteiden kehitykseen. Kulutuksen rakenteiden muutokset voivat vaikuttaa myös kulutuksen määrään ja sitä kautta taloudelliseen aktiivisuuteen. Jos taloudellinen toimeliaisuus vähenee, myös luonnonvarojen käyttö sekä saastuttaminen vähenevät. Välitön vaikutus biosfääriin tilaan on myönteinen.

Myönteinen ympäristövaikutus ei ole kuitenkaan välttämättä poliittisesti ja yhteiskunnallisesti kestävällä pohjalla. Kulutuksen alentuessa ja taloudellisen toimeliaisuuden vähentyessä myös työn kysyntä työmarkkinoilla vähenee. Seurauksena on työttömyyden nousua ja köyhyyden lisääntymistä. Toisaalta myös julkisen talouden tulot vähenevät ja menot kasvavat, joten julkisen talouden tasapaino heikkenee. Yhteiskuntapoliittinen keskustelu kiihtyy, ja poliittinen tyytymättömyys kasvaa. Tuollaisessa taloudellisessa tilanteessa on poliittisesti heikot lähtökohdat rakentavalle, eteenpäin katsovalle keskustelulle ympäristölle ystävällisen talouskasvun mahdollisuuksista ja keinoista. Ymmärrettävästi yhteiskunnallisessa keskustelussa painottuvat kotitalouksien arjen ajankohtaiset vaikeudet, mikä demokraattisessa yhteiskunnassa ohjaa poliittisia toimia.

Yksi johtopäätös näyttäisi olevan, että järkevä talouden suhdanteita tasoittava talouspolitiikka on käytännössä ympäristölle ystävällisen talouskehityksen välttämätön mutta ei riittävä ehto. Kestävämät keinot löytyvät kuvion oikealta puolelta. Siellä tarkastellaan talouskasvun pitkän aikavälin tekijöitä.

Määritelmällisesti talouskasvu on kahden kasvutekijän summa. Ne ovat työn tuottavuus ja tehtyjen työtuntien määrä. Pitkällä aikavälillä kasvu tulee ennen kaikkea tuottavuuden kasvusta. Siksi on tärkeää katsoa työn tuottavuuden osatekijöitä. Uusklassisen kasvuteorian mukaan työn tuottavuuskasvun päätekijöitä on kolme. Ensimmäinen on työntekijöiden käytössä olevan pääoman määrä, toinen on työntekijöiden inhimillisen pääoman määrä, eli osaaminen, ja kolmas on kokonaistuottavuus. Näistä selvästi tärkein on kokonaistuottavuus, joka tyypillisesti selittää kaksi kolmasosaa työn tuottavuuden kasvusta. Kokonaistuottavuuden kasvu tarkoittaa, että samalla työ- ja pääomapanosmäärällä pystytään tuottamaan aikaisempaa enemmän tavaroita ja palveluita. Tämä tarkoittaa myös, että sama elintaso voidaan tuottaa aikaisempaa vähemmällä työllä. Se sopii hyvin myös hyvinvoinnin kehityksen mittariksi (Basu ym., 2022). Se on myös taloudellisen toiminnan tehokkuuden mittari. Käytännössä kokonaistuottavuuden kasvu tarkoittaa usein sitä, että sama tuotos saadaan aikaisempaa vähemmällä luonnonvarojen käytöllä sekä vähemmällä saastuttamisella. Siis ainakin se osa talouskasvusta, joka perustuu kokonaistuottavuuden kasvuun, voi olla myös ympäristölle ystävällistä.

Nykyisessä talouden kasvuteoriassa korostetaan sitä, että teknologista kehitystyötä ja teknologioiden käyttöönottoa tapahtuu yrityksissä. Sitä havainnollistetaan kuvion oikeassa alalaidassa. Yritykset yrittävät kehittää tuotteitaan ja tuotantotapojaan ja saada tällä tavalla kilpailuetua muihin yritykseen nähden. Onnistuessaan ne pääsevät nauttimaan ylimääräisistä voitoista. Toive näistä voitoista on se kiihoke, joka kannustaa yrityksiä panostamaan tutkimus- ja kehitystoimintaan. Kun yritys onnistuu kehittämään uuden tuotteen tai tuotantotavan, kilpailijoiden kannattavuus saattaa heikentyä. Usein käy myös niin, että niiden liiketoiminta ei ole enää kannattavaa. Seurauksena on tuotannon lopettamista ja työpaikkojen tuhoa. Tästä syystä teoriaa kutsutaan myös luovan tuhon teoriaksi.

Kuvion 1.5 keskeinen puute on sen staattinen luonne. Toisin sanoen, kuvio on kuin pysähtynyt kuva vallitsevasta maailmantilanteesta. Tämä ei tavoita talouden dynaamista perusluonnetta. Todellisuudessa ihmiset ja organisaatiot tekevät jatkuvana sarjana eteenpäin katsovia päätöksiä, joihin sen hetken mahdollisuudet ja kannustimet vaikuttavat.

Kirjan rakenne

Tämän kirjan luvut 1–3 luovat vihreän kasvun viitekehyksen ja käsittelevät sen kysyntäpuolen tekijöitä. Luvut 4–7 pureutuvat vihreän kasvun tarjontapuoleen. Luvut 8–10 käsittelevät sen geopolitiikan ja yritysten kilpailukyvyn luomaa kontekstia.

Ilkka Kieman luku 2 tarkastelee painoa, jonka annamme nykyiselle hyvinvoinnille tulevien sukupolvien hyvinvointiin verrattuna. Luvun kasvuteoriaan pohjaavat laskelmat havainnollistavat, kuinka painotusten pienetkin vaihtelut saattavat johtaa dramaattisiin muutoksiin ilmastomuutoksen torjuntaa koskevissa politiikkasuosituksissa. Kiema huomauttaa, että tällaiset laskelmat eivät välttämättä tuottaisi järkeviä tuloksia, jos vertailtavat tulevaisuuden skenaariot ovat liian erilaisia. Kasvuteoria kuitenkin sopii kohtuullisen lähellä toisiaan olevien skenaarioiden vertailuun.

Ari Hyytisen, Risto Rönkön ja Janne Tukiaisen luku 3 osoittaa kuluttajakyselyn ja sen analyysin avulla, että vaikka suomalaiset ovat hyvin tietoisia ympäristöhaasteista, niiden ratkaisuihin liittyvä maksuhalukkuus on vähäistä. Myöskään haasteita ratkovat poliitikot tai politiikkatoimet eivät saa laajaa kannatusta. Vihreään siirtymään liittykin kehämäinen syy-seuraus-haaste: ilmaistun halukkuuden perusteella kuluttajista ei ole vihreän siirtymän airueiksi, eivätkä he myöskään osana demokraattista prosessia ole tässä suhteessa antamassa vahvaa mandaattia julkisille päätöksentekijöille.

Eljas Aallon luku 4 paljastaa, että jopa ilman hiilidioksidipäästöjen vaikutusten huomioimista fossiilisen energian varaan rakentuva talous ikäänkuin ”luhistuu oman painonsa alle” siksi, että sen *muuhun* käyttöön tuottaman energian määrä suhteessa fossiilisen energiantuotannon *itsensä* käyttämään energiaan laskee (Aallon termin EROI eli *Energy Return On Investment* heikkenee). Tämän seurauksena nopea siirtyminen puhtaaseen teknologiaan on hyvinvointimielessä optimaalista riippumatta siitä, huomioidaanko päästöjen haitalliset vaikutukset vai ei.

Niko Jaakkolan luku 5 käsittelee hiilidioksidipäästöjen hinnoittelua ja sen poliittisia ulottuvuuksia. Päästöjen hinnoittelu joko päästäkaupan tai verotuksen kautta on keskeisin politiikkatoimi vihreän siirtymän aikaansaamiseksi. Tämä on kuitenkin poliittisesti epäsuosittua. Luvussa pohditaan keinoja ohjata vihreitä investointeja poliittinen vastarinta huomioiden. Olennaista on saada yksityiset toimijat luottamaan vihreän siirtymän toteutumiseen; tämä kääntää investoinnit vihreään suuntaan, muuttaa poliittisen vastarinnan tueksi ja on siksi itsensä toteuttava ennustus.

Ari Hyytisen, Mika Malirannan ja Veera Nippalan luku 6 esittää, että ”luovan tuhon” ansiosta talouskasvun vihertyminen voi koko talouden tasolla olla nopeampaa kuin yritystasolla. Vihreä luova tuho perustuu ympäristöinnovaatioihin, joita Suomessa toimivat yritykset tekevät vähintään yhtä paljon kuin Ruotsissa ja Tanskassa toimivat yritykset. Verrattuna muihin innovaatioihin ympäristöinnovaatiot näyttävät keskittyvän suhteellisesti enemmän suuriin yrityksiin ja Helsingin seudulle. Ylipääntään tulokset kertovat, että Suomen yrityssektori pyrkii uudistumaan tavalla, joka on välttämätön edellytys vihreälle luovalle tuholle.

Petri Rouvisen ja **Matthias Deschryveren** luku 7 pohtii teknologisen kehityksen suuntaamisen roolia ihmisen luonnolle ja ympäristölle aiheuttamien haittojen hillitsemisessä. Päälöydöksenä on, että yksityisen innovaatiotoiminnan kääntäminen paremmin vihreää kasvua tukeväksi edellyttää selvästi suuntaavaa innovaatiopolitiikkaa ja että tämän politiikan tulee kytkeytyä sitä tukevaan muuhun ympäristöpolitiikkaan.

Matthias Deschryveren ja **Petri Rouvisen** luku 8 havaitsee, että tunnistetusta kuu-desta ulottuvuudesta viidessä geopolitiikan vaikutus vihreään kasvuun on voittopuoli- sesti kielteinen. Yhden ulottuvuuden mahdollisesti positiivinen vaikutus liittyy siihen, että erityisesti Yhdysvalloissa ja Euroopassa geopolitiikan inspiroimat teollisuuspoliit- tiset toimet ovat paljolti suunnattuja vihreän siirtymän edistämiseen. Vaikka globaali blokkiutumiskehitys näyttää väistämättömältä, Suomen ulkosuhteiden kärkenä tulee jatkossakin olla monenkeskisen, sääntöpohjaisen maailmanjärjestyksen tavoittelu.

Pauli Komosen ja **Antti-Jussi Tahvanaisen** luku 9 havaitsee, että Suomessa toi- mivat yritykset näkevät vihreän siirtymän pikemminkin kilpailukykyasiana kuin kus- tannuskysymyksenä. Innovatiivisen ja asiakaslähtöisen yrityksen täytyy olla myös kes- tävä. Yleisesti ottaen yritykset kokevat, että vihreä siirtymä tarjoaa niille positiivisia kasvunäkymiä. Yritysten keskeisenä murheena ovat vaikeasti hallittavat ja ennakoita- vat ympäristöpoliittiset toimet. Yritykset näkevät vihreän siirtymän rinnalla tarpeen ”reilulle siirtymälle” eli työntekijöiden mahdollisuudelle osaamisen päivittämiseen ja uudelleen kouluttautumiseen. Yritysten käsitys vihreästä siirtymästä monipuolistuu jatkuvasti hiilineutraaliutta laajemmaksi.

Ari Hyytisen, **Mika Malirannan**, **Petri Rouvisen** ja **Antti-Jussi Tahvanaisen** luku 10 vetää yhteen kirjan keskeisimmät havainnot ja tärkeimmät luvuista 2–9 nou- sevat johtopäätökset. Vihreä siirtymä ei tapahdu ilman yhteiskuntapoliittista työntöä: negatiiviset ja positiiviset luonto- ja ympäristö (ulkois) vaikutukset on hinnoitelta- va; toisena keskeisenä ja täydentävänä ohjaustapana on pakottava regulaatio; lisäksi vihreä tutkimus- ja kehitystoiminta tulee olla innovaatiopolitiikan erityisenä paino- pisteenä. Poliittikkatoimien tulee olla laaja-alaisia ja toisiaan tukevia ja niiden tulee ohjata vuosikymmenien päähän ulottuvia odotuksia – haittojen aiheuttaminen tulee käydä uskottavasti ja peruuttamattomasti yhä kalliimmaksi ja vihreä kasvun toimien vastaavasti yhä kannattavammaksi.

Viitteet

- ¹ Ajattelumme on Huhtalan (2012, s. 41) määritelmän mukainen: ”Vihreällä kasvulla tarkoitetaan kasvun luomista resursseja tuhlaamatta, puhtaasti ja luontoa vaurioittamatta.”
- ² Kirjoittajien vapaa käännös seuraavasta: ”*Climate change is a result of the greatest market failure the world has seen.*”
- ³ Kattavuudestaan huolimatta ao. artikkeli ei käsittele niin ikään tärkeitä rajoja liittyen mm. uusiutumattomien luonnonvarojen ehtymiseen ja väestönkasvuun.
- ⁴ Lähde: The Financial Times (Bryan, 2023). Kirjoittajien vapaat käännökset seuraavista: ”*Inch by inch progress will not do,*” ja ”*climate ambition supernova.*”
- ⁵ Tarkkaan ottaen markkinoiden kitkaton toiminta edellyttää täydellistä informaatiota, hyvin määriteltyjä omistusoikeuksia ja kattavia futuurimarkkinoita sekä suhteellisia hintoja, joissa ovat mukana kaikki hyödyt ja haitat – myös varantojen hupenemisen kautta kasvava niukkuus.
- ⁶ Ison-Britannian hallitukselle laatimassa laajassa raportissaan Dasgupta (2021, s. 46) toteaa näin: ”*Human activities give rise to externalities because property rights to large segments of the biosphere are either weakly defined or inadequately enforced. And a common reason for the latter is that Nature is mobile: the wind blows, rivers flow, fish swim, the oceans circulate, and insects and birds fly. One consequence of this is that no one can contain the atmosphere they befoul, the soil they contaminate, the rivers they pollute. Moreover, the harm they cause is non-excludable, meaning that it is not possible for the person or agency to whose action the harm is traceable to pick and choose those who are affected.*”
- ⁷ Stern–Stiglitz-raportti (High-Level Commission on Carbon Prices, 2017) poikkeaa yhden hinnan periaatteesta sekä oikeudenmukaisuus- että talousnäkökohtiin vedoten.
- ⁸ Lyhytnäköisyys ja vapaamatkustajaongelmat ovat haasteina kaikilla tasoilla. Käytännössä tämä näkyy niin, että tulevaisuutta aliarvostetaan. Edes helppoja ja hyvinkin varmasti kannattavia ympäristötekoja, kuten rakennusten parempaa eristämistä tai lämmitysmuodon vaihtamista ei tehdä, vaikka tarvittavan investoinnin nettonykyarvo näyttäisi plussaa. Koska talous ei ratkaise tätä ongelmaa, rahoitus- ja pääomamarkkinoiden puolella täytyy olla puutteita, sopimuskustannukset ovat ylitsepääsemättömiä tai kyseessä on informaatio-ongelma (relevantit päätöksentekijät eivät tiedä kannattavasta investointimahdollisuudesta).
- ⁹ Jokaisella yksittäisellä päätöksentekohetkellä kustannuksin, jotka päätöksentekijä olisi valmis maksamaan – joko rahana tai esimerkiksi lisäselvityksiin käytettynä aikana.
- ¹⁰ Dechezleprêtre ym. (2019, s. 232): ”*What is needed is a slow but sustained growth in public R&D funding over the next decade. Commitments to fund R&D should have a long-term component (until at least 2030) just like carbon emission caps.*”
- ¹¹ Kuten Jasny ja Schubert (2023) toteavat, DeGrowth-keskustelu on osa tätä epävarmuutta, joskin heidän empiiriset tuloksensa lieventävät tätä huolta jonkin verran.

Lähteet

- Acemoglu, D. (2023). Distorted Innovation: Does the Market Get the Direction of Technology Right? *AEA Papers and Proceedings*, 113, 1–28. <https://doi.org/10.1257/pandp.20231000>
- Acemoglu, D. & Shimer, R. (2000). Productivity Gains from Unemployment Insurance. *European Economic Review*, 44(7), 1195–1224.
- Aghion, P., Akcigit, U., Deaton, A. & Roulet, A. (2016). Creative Destruction and Subjective Well-Being. *American Economic Review*, 106(12), 3869–3897. <https://doi.org/10.1257/aer.20150338>
- Aghion, P., Akcigit, U. & Howitt, P. (2015). The Schumpeterian Growth Paradigm. *Annual Review of Economics*, 7(1), 557–575. <https://doi.org/10.1146/annurev-economics-080614-115412>
- Aghion, P. & Howitt, P. (1992). A Model of Growth through Creative Destruction. *Econometrica*, 60(2), 323–351.
- Aghion, P. & Howitt, P. (2009). *The Economics of Growth*. MIT Press.
- Akcigit, U. & Nicholas, T. (2019). History, Microdata, and Endogenous Growth. *Annual Review of Economics*, 11(1), 615–633. <https://doi.org/10.1146/annurev-economics-080218-030204>
- Basaglia, P., Carattini, S., Dechezleprêtre, A. & Kruse, T. (2022, October 24). *Climate policy uncertainty and firms' and investors' behavior* Frontiers of climate and nature in macroeconomics and finance, Paris. <https://www.banque-france.fr/en/frontiers-climate-and-nature-macroeconomics-and-finance>
- Basu, S., Pascali, L., Schiantarelli, F. & Serven, L. (2022). Productivity and the Welfare of Nations. *Journal of the European Economic Association*, 20(4), 1647–1682. <https://doi.org/10.1093/jeea/jvac002>
- Blanchard, O., Gollier, C. & Tirole, J. (2023). The Portfolio of Economic Policies Needed to Fight Climate Change. *Annual Review of Economics*, 15(1), 689–722. <https://doi.org/10.1146/annurev-economics-051520-015113>
- Bryan, K. (2023, November 14). UN predicts 9% rise in greenhouse gas emissions by 2030. *The Financial Times*. <https://www.ft.com/content/5c9fbecc-4eed-4e95-a133-1aef2011c490>
- Busato, F., Chiarini, B., Cisco, G. & Ferrara, M. (2022). Do people really care about global warming? *Economics and Business Letters*, 11(1), 24–32. <https://doi.org/10.17811/ebl.11.1.2022.24-32>
- Chancel, L. (2022). Global carbon inequality over 1990–2019. *Nature Sustainability*, 5(11), 931–938. <https://doi.org/10.1038/s41893-022-00955-z>
- Dasgupta, P. (2021). *The Economics of Biodiversity: The Dasgupta Review*. HM Treasury. <https://www.gov.uk/government/publications/final-report-the-economics-of-biodiversity-the-dasgupta-review>
- Dechezleprêtre, A., Martin, R. & Bassi, S. (2019). Climate change policy, innovation and growth. Teoksessa Fouquet, R. (Ed.), *Handbook on Green Growth*, 217–239. Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781788110686.00018>
- Ekins, P. & Zenghelis, D. (2021). The costs and benefits of environmental sustainability. *Sustainability Science*, 16(3), 949–965. <https://doi.org/10.1007/s11625-021-00910-5>
- Gardiner, S. M. (2011). *A Perfect Moral Storm: The Ethical Tragedy of Climate Change*. Oxford University Press. <https://books.google.fi/books?id=5ohoAgAAQBAJ>
- Grossman, G. M. & Helpman, E. (1991). Quality Ladders in the Theory of Growth. *Review of Economic Studies*, 58, 43–61.

- High-Level Commission on Carbon Prices. (2017). *High-Level Commission on Carbon Prices*, World Bank, Issue. https://static1.squarespace.com/static/54ff9c5ce4b0a53deccfb4c/t/59b7f2409f8dce5316811916/1505227332748/CarbonPricing_FullReport.pdf
- Huhtala, A. (2012). Bruttokansantuote vihreyden pauloissa. *Kansantaloudellinen aikakauskirja*, 108(1), 41–54. <https://www.taloustieteellinenyhdistys.fi/images/stories/kak/KAK12012/kak12012huhtala.pdf>
- Hyytinen, A. (2015). Pääkirjoitus: Luova tuho ei ole kirosana. *Kansantaloudellinen aikakauskirja*, 111(4), 437–439. https://www.taloustieteellinenyhdistys.fi/wp-content/uploads/2022/02/31871983_KAK_1_2022_Taloustieteellinen_Yhdistys_WEB-5-8.pdf
- Hyytinen, A. (2022a). Näkökulmia talouskasvuun ja maapallon kantokykyyn. *Talous & Yhteiskunta -lehti*, 2022(2), 28–35. <https://labore.fi/t&y/nakokulmia-taloukasvuun-ja-maapallon-kantokykyyn/>
- Hyytinen, A. (2022b). Pääkirjoitus: Näin tämä ei voi jatkua. *Kansantaloudellinen aikakauskirja*, 118(1), 3–6. https://www.taloustieteellinenyhdistys.fi/wp-content/uploads/2022/02/31871983_KAK_1_2022_Taloustieteellinen_Yhdistys_WEB-5-8.pdf
- IEA (2021). *Net Zero by 2050*. <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>
- Jaakkola, N., van der Ploeg, F. & Venables, A. J. (2023). ”Big Push” Green Industrial Policy. *EconPol Forum*, 24(6), 32–36. <https://www.cesifo.org/en/publications/2023/article-journal/big-push-green-industrial-policy>
- Jasny, J. & Schubert, T. (2023). Post-growth and the demand-pull hypothesis of innovation: Biting the hand that feeds you. *Fraunhofer ISI Discussion Papers Innovation Systems and Policy Analysis*, 76. <https://publica.fraunhofer.de/bitstreams/239f605d-9af5-4923-9089-9776263699ea/download>
- Kruse-Andersen, P. K. (2023). Directed technical change, environmental sustainability, and population growth. *Journal of Environmental Economics and Management*, 122, 102885. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jeem.2023.102885>
- Kuosmanen, N., Kaitila, V., Kuusela, O.-P., Lintunen, J., Maczulskij, T. & Valkonen, T. (2023). Transition to carbon neutrality Implications for productivity, competitiveness and investments. *Publications of the Government’s analysis, assessment and research activities*, 62. <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-383-019-6>
- Lamperti, F., Napoletano, M. & Roventini, A. (2020). Green Transitions and the Prevention of Environmental Disasters: Market-Based vs. Command-and-Control Policies. *Macroeconomic Dynamics*, 24(7), 1861–1880. <https://doi.org/10.1017/S1365100518001001>
- Lenton, T. M., Rockström, J., Gaffney, O., Rahmstorf, S., Richardson, K., Steffen, W. & Schellhuber, H. J. (2019). Climate tipping points – too risky to bet against. *Nature*, 575(7784), 592–595. <https://doi.org/10.1038/d41586-019-03595-0>
- Maliranta, M. (2019). Mistä tekijöistä talouskasvu rakentuu? Teoksessa Honkapohja, S. & Vihriälä, V. (Eds.), *Suomen kasvu – Mikä määrää tahdin muuttuvassa maailmassa?* Taloustieto Oy.
- Rockström, J., Gupta, J., Qin, D., Lade, S. J., Abrams, J. F., Andersen, L. S., Armstrong McKay, D. I., Bai, X., Bala, G., Bunn, S. E., Ciobanu, D., DeClerck, F., Ebi, K., Gifford, L., Gordon, C., Hasan, S., Kanie, N., Lenton, T. M., Loriani, S., . . . Zhang, X. (2023). Safe and just Earth system boundaries. *Nature*, 619(7968), 102–111. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06083-8>
- Rodrik, D. (2015). Green industrial policy. *Oxford Review of Economic Policy*, 30(3), 469–491. <https://doi.org/10.1093/oxrep/gru025>

- Sachs, J., Kroll, C., Lafortune, G., Fuller, G. & Woelm, F. (2021). *Sustainable Development Report 2021*. Cambridge University Press. <https://doi.org/DOI: 10.1017/9781009106559>
- Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S. E., Fetzer, I., Bennett, E. M., Biggs, R., Carpenter, S. R., de Vries, W., de Wit, C. A., Folke, C., Gerten, D., Heinke, J., Mace, G. M., Persson, L. M., Ramanathan, V., Reyers, B. & Sörlin, S. (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*, 347(6223), 1259855. <https://doi.org/doi:10.1126/science.1259855>
- Stern, N. (2007). *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge University Press. <http://dx.doi.org/10.1257/aer.98.21>
- Stern, N. & Stiglitz, J. E. (2023). Climate change and growth. *Industrial and Corporate Change*, 32(2), 277–303. <https://doi.org/10.1093/icc/dtad008>
- Stern, N. & Valero, A. (2021). Innovation, growth and the transition to net-zero emissions. *Research Policy*, 50(9), 104293. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2021.104293>
- Stiglitz, J. E. Sen, A., & Fitoussi, J.-P. (2010). *Mismeasuring Our Lives: Why GDP Doesn't Add Up*. New Press.
- Vaden, T., Lähde, V., Majava, A., Toivanen, T., Eronen, J. T. & Järvensivu, P. (2019). Onnistunut irtikykentä Suomessa? *Alue ja Ympäristö*, 48(1), 3–13. <https://doi.org/10.30663/ay.76338>
- van der Meijden, G. & Smulders, S. (2017). Carbon Lock-in: The Role of Expectations. *International Economic Review*, 58(4), 1371–1415. <https://doi.org/10.1111/iere.12255>