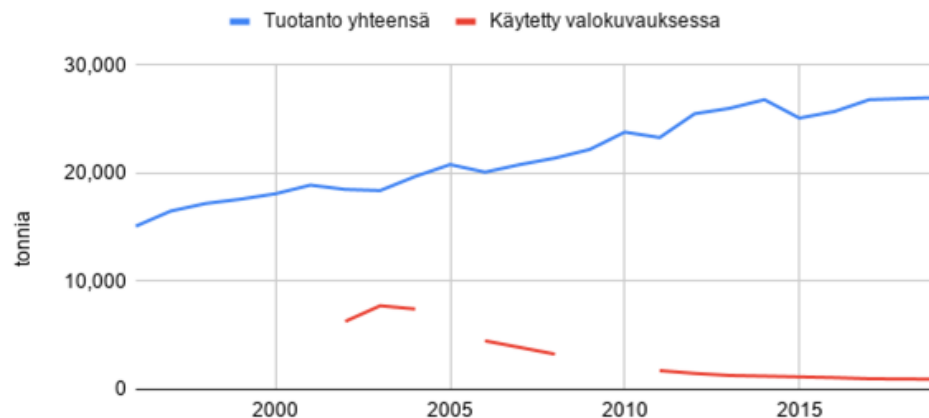


Maailman hopeantuotanto ja käyttö valokuvauksessa, 1996-2019

Lähde: USGS Minerals Yearbooks, grafiikka J. M. Korhonen



Kuva 2: Maailman

hopeantuotannon ja valokuvaukseen käytetyn hopean määrän kehitys.

Työn tulevaisuus automaation ja ympäristörajojen pihtiotteessa

Janne M. Korhonen

Tutkijatohtori, Lappeenrannan-Lahden teknillinen yliopisto & Turun kauppakorkeakoulu

Kaikkien työkykyisten työssäkäyntiin perustuva yhteiskunta on ennemmin tai myöhemmin mietittävä uudelleen. Nykyisin vallitseva politiikka todennäköisesti lukitsee yhteiskunnat tielle, joka johtaa yhteisvaurauden tuhoutumiseen, mutta jolta poikkeaminen ei onnistu hallitusti tarvittavien muutosten ollessa vuosi vuodelta hankalampia. Tekniikan kehitys ei voi tarjota tähän ongelmaan mitään ihmelääkettä. Yhteiskuntien jälleenrakentaminen kestäväälle pohjalle olisi kuitenkin sekä merkittävästi työllistävä että välttämätön urakka.

Kaksi suurta työn tulevaisuuteen vaikuttavaa tekijää ovat automaation lisääntyminen ja ympäristörajojen ylittäminen. Automaation lisääntyminen luo paineita kasvattaa taloudellisen aktiviteetin määrää kokonaisuutena, mutta ympäristörajojen turvalliselle puolelle palaaminen vaatisi taloudellisen aktiviteetin vähentämistä.

Automaation lisääntyminen tulee jatkossakin syrjäyttämään nykyisin ihmisten tekemiä työtehtäviä, vaikka koneet eivät yleensä uhkaakaan suoraan työpaikkoja. Automaatio kuitenkin vähentää ihmisten tarvetta saman tavara- ja palvelumäärän tuottamisessa, ja siten luo paineita vähentää henkilöstöä. Esimerkiksi Yhdysvalloissa tehdyn tutkimuksen mukaan yhden robotin lisääminen tuhatta työntekijää kohden johti palkkojen laskuun 0,42 prosentilla ja työllisyyden vähenemiseen 0,2 prosentilla (Acemoglu & Restrepo 2020). Tutkimuksen mukaan automaatio olisi ollut Yhdysvalloissa vastuussa

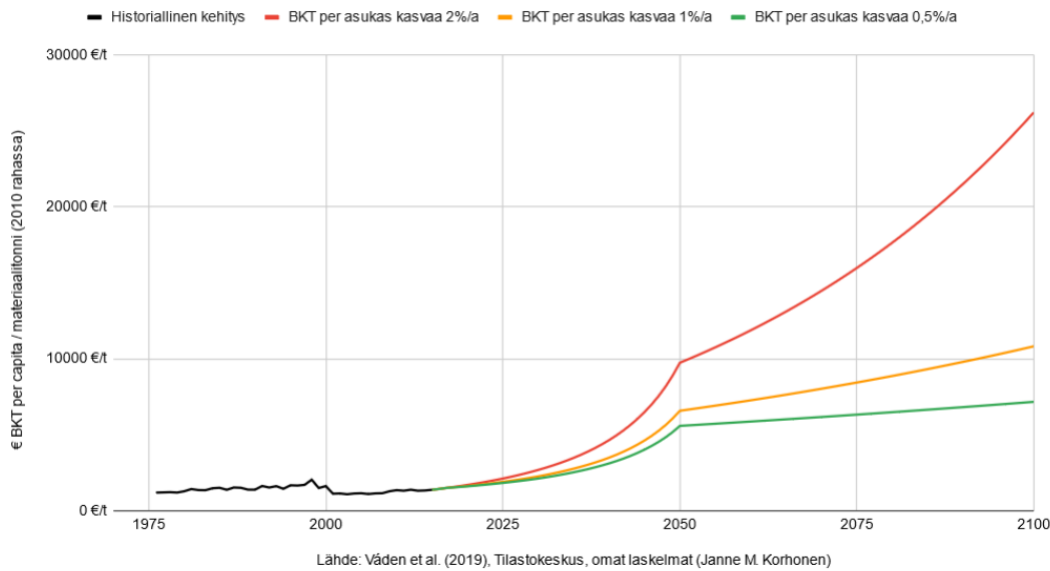
400 000 työpaikan katoamisesta vuoteen 2020 mennessä. Myös Ranskassa on voitu havaita merkittäviä negatiivisia työllisyysvaikutuksia siitä huolimatta, että robottien käytössä johtavat yritykset ovat kysyneet palkkaamaan lisää työntekijöitä (Acemoglu, Lelarge & Restrepo 2020). Joidenkin arvioiden mukaan jopa 30 prosenttia nykyisistä työtehtävistä voi olla vaarassa jo vuonna 2030.

Kun koneet tekevät ihmisten aiemmin tekemät tehtävät, ihmisten on keksittävä muuta tekemistä. Tekniikan kehittymisen tuoma "teknologinen työttömyys" on aikaisemmin selätetty niin, että työttömäksi jääneet ovat löytäneet kasvavassa kansantaloudessa uusia töitä. Tästä syystä useimmat valtavirtaa edustavat taloustieteilijät eivät pidä automaatiota uhkana työllisyydelle. Valitettavasti 1900-luvun opit eivät enää täysin päde 2000-luvulla. Uusien työtehtävien löytäminen vaatii väistämättä aineen ja energian käytön lisäämistä kokonaisuutena. Tämä on fysiikan laeista johtuva tosiasia, jota ihminen ei voi muuttaa tai ohittaa.

Ympäristötavoitteisiin on mahdollista päästä vain jos materiaali- ja energiatehokkuus lisääntyy jatkuvasti enemmän kuin mitä työn tuottavuuden lisääntyminen ja yhteiskunnan vaurastuminen lisää aineen ja energian käyttöä. Sekä materiaali- että energiatehokkuuden merkittävä parantaminen on kuitenkin osoittautunut vähintäänkin haastavaksi. Esimerkiksi Suomessa kansantalouden materiaalitehokkuus on paremminkin heikentynyt 1990-luvun lopun huippuvuosista. On lähtökohtaisesti epäuskottavaa, että jostain löydettäisiin nopeasti ratkaisu talouden materiaalitehokkuuden niin merkittävään parantamiseen, että ympäristötavoitteisiin voitaisiin päästä automaation lisääntymisestä huolimatta samalla kun tavoitteena on mahdollisimman korkea työllisyysaste (Váden ym. 2019). Myös kansainvälinen todistusaineisto antaa vahvoja syitä uskoa, ettei niinsanottu talouskasvun "irtikytkentä" (decoupling) luonnonvarojen käytöstä tule etenemään niin nopeasti, että talouskasvua nykymuodossaan voitaisiin jatkaa kestävästi (Parrique ym. 2019, Haberl ym. 2020, Wiedmann ym. 2020).

Suomen talouden vaadittu materiaalitehokkuus

Kun kestävä materiaalinkulutus (n. 7t/hlö) saavutetaan 2050



Kuva 1: Suomen

talouden materiaalitehokkuuden historia ja vaadittu kehitys, jos kestäviin rajoihin halutaan päästä mutta talouskasvun tulee jatkua. Vaikka materiaalitehokkuus on vain suuntaa-antava kuva ympäristövahingoista, se kuitenkin havainnollistaa ongelmaa. Lähteenä Váden ym. 2019 ja omat laskelmat.

Erityisesti on syytä huomata, että tekniikan kehitys entistä tehokkaammaksi ei kertakaikkisesti kykene ratkaisemaan ympäristörajoissa pysymisen ongelmaa, ellei konkreettisia rajoja esimerkiksi luonnon hyväksikäytölle kyetä asettamaan. Tämä johtuu kimmahdus- tai rebound-ilmiönä tai Jevonsin paradoksina tunnetusta ilmiöstä: kun jonkin resurssin käytön tehokkuus kasvaa, sitä kannattaa käyttää yhä uusissa kohteissa. Taloustieteen uranuurtajiin kuulunut William Stanley Jevons esitti paradoksinsa vuonna 1865, kiinnitettyään huomiota siihen, että Englannissa käytettiin liki sata kertaa enemmän hiiltä kuin vuosisadan alussa huolimatta siitä, että höyrykoneiden tehokkuus oli kasvanut valtavasti. Jevons päätteli, aivan oikein, että syynä oli nimenomaan kasvanut tehokkuus: entistä tehokkaampien höyrykoneiden käyttö oli entistä halvempaa, ja pienempiä mutta tehokkaampia ja käyttökustannuksiltaan edullisempia koneita kannatti käyttää yhä useampiin tarkoituksiin. Huolimatta siitä, että ilmiö on tunnettu yli 150 vuoden ajan ja todettu empiirisesti paikkansapitäväksi lähes kaikissa kohteissa joita on vain vaivauduttu tutkimaan, vallitseva politiikka olettaa silti teknisen kehityksen tuovan taikalääkkeen ympäristörajoissa pysymisen ongelmaan. Tämä on harhaluulo, jonka elättelyllä tulee olemaan erittäin haitalliset vaikutukset lastemme ja lastenlastemme tulevaisuudelle. Alla olevassa kuvassa käytän esimerkkinä hopean tuotannon kehitystä sen jälkeen, kun poikkeuksellinen tekninen läpimurto teki hopean tärkeimmästä yksittäisestä käyttökohteesta, valoherkkien valokuvausfilmien valmistamisesta, likimain tarpeetonta. Kuten voidaan havaita, säästynyt resurssi yksinkertaisesti käytettiin toisaalla.

Ainoa luotettava tapa rajoittaa ympäristön vahingoittamista on asettaa konkreettiset ja pitävät rajat ympäristön vahingoittamiselle. Näiden rajojen tulee olla luonteeltaan absoluuttisia: luonnon l. ainoan elossapitojärjestelmämme vahingoittamisen kokonaismäärä täytyy pitää riittävän vähäisenä. Jevonsin paradoksi nimittäin varmistaa, että suhteelliset parannukset, kuten luonnonvarojen käyttö kansantulon

yksikköä kohden, eivät riitä. Jos ja **vain jos** absoluuttiset rajat kyetään asettamaan ja pitämään, voi tekniikan kehitys mahdollistaa aineellisen elintason paranemisen rajojen sisällä pysytellen. Tekniikan kehitys itsessään ei kuitenkaan tee rajojen asettamisesta helpompaa, koska ilman rajojen asettamista, talouskasvu tulee ennen pitkää syömään suurimman osan teknisillä tehokkuusparannuksilla saavutetuista ympäristöhyödyistä. Kyseessä on tarkalleen sama ilmiö kuin se, miksi vuosisadan aikana huimasti parantunut työn tuottavuus on näkynyt vain vähäisissä määrin työajan lyhenemisenä, ja enimmäkseen talouskasvuna. **Ei ole olemassa mitään teoreettista tai empiiristä syytä uskoa, että ympäristötuottavuuden kasvu näkyisi vähäisempänä ympäristövarojen kysyntänä sen enempää kuin työn tuottavuuden kasvu on näkynyt työn vähäisempänä kysyntänä.**

Kestävä ratkaisu luonnonvarojen ylikäytön ongelmaan vaati mitä todennäköisimmin olemassaolevan vaurauden nykyistä reilumpaa ja tasaisempaa jakamista niin maiden sisällä kuin niiden välilläkin. Muilla keinoin on vaikeaa tai mahdotonta hillitä riittävästi vallitsevaan yhteiskuntajärjestelmään sisäänrakennettuja kannustimia ja pakkoja kilpajuoksuun oman suhteellisen taloudellisen aseman parantamiseksi, ympäristörajoista välittämättä. Taloudellinen eriarvoisuus ja siitä seuraava pakko ja kannustin töiden tekemiseen ja vaurastumiseen johtaa yksilölle kenties hyödylliseen ja hyvin ymmärrettävään mutta yhteiskunnallisesti ja ihmislajin kannalta pidemmällä tähtäimellä tuhoisaan käyttäytymiseen, ns. positionaalisista ja siten välttämättömästi rajallisista hyödykkeistä käydystä kilpailusta vebleniläiseen kerskakulutukseen. Keskityn tässä lyhyessä esityksessä kuitenkin vain yhteen mekanismiin: taloudellisen turvattomuuden aiheuttamaan muutosvastarintaan.

Vaikka työllisyysasteen nostaminen on lyhyellä tähtäimellä ymmärrettävä reaktio ikääntyvän väestön aiheuttamiin taloudellisiin haasteisiin, korkean työllisyysasteen tavoittelu sosiaaliturvan houkuttelevuutta heikentämällä tekee ennemmin tai myöhemmin välttämättömästä siirtymästä kestäväan talouteen entistä vaikeampaa. Mitä enemmän ihmisillä on syytä pelätä työttömyyttä, sitä vaikeampaa on edistää poliittisia toimia, jotka uhkaisivat mitään työpaikkoja - huolimatta siitä, miten kannattamattomia nämä työpaikat kansakunnan kokonaisvaurauden näkökulmasta ovat. Esimerkiksi selluteollisuuden työpaikkojen hyöty yhteiskunnalle on nykyisinkin kyseenalainen. Maltillistenkin arvioiden mukaan hakkuiden lisääminen mainittavasti nykytasosta aiheuttaisi maaperän muutosten kautta merkittävää hiilinielujen tuhoutumista. Jos tämä vahinko hinnoiteltaisiin edes nykyisten alhaisten päästöoikeuksien hinnoin - eikä ole mitään syytä, miksi niitä ei pitäisi näin hinnoitella - metsäteollisuus aiheuttaisi yhteisvauraudelle vahingot, joiden suuruusluokka on useita satoja tuhansia euroja vuodessa jokaista selluteollisuuden arvoketjun työllistämää henkilöä kohden. Nettona, metsäteollisuuden tuottama arvonlisä huomioiden ja kansakunnan kokonaisvaurautta tarkastellen, uusien sellutehtaiden työllistämille kannattaisi maksaa jopa useita tuhansia euroja kuukaudessa siitä, etteivät he tekisi mitään.

Erityisesti metsäteollisuuden investointeja pohtiessa olisikin vakavasti syytä ottaa huomioon, että ilmastopolitiikan edistymisen myötä myös maaperän päästöille ja nielujen tuhoutumiselle tullaan asettamaan rajat 100% varmuudella - kysymys on vain siitä, milloin. Näiden rajojen asettaminen tarkoittaa Suomessa useiden tai jopa kaikkien hidaskasvuisesta pohjoisesta puusta lyhytikäisiä tuotteita tekevien tehtaiden kannattavuuden heikkenemistä, ja todennäköisesti vaatimuksia veronmaksajien tuesta työpaikkojen (ja omistajien voittojen) säilyttämiseksi. Vastaavia yksilöitä vaurastuttavia mutta yhteiskuntaa köyhdyttäviä työpaikkoja löytyy todennäköisesti myös mm. kaivosteollisuudesta. Vähäisempiä ympäristövahinkoja mutta suuria yhteiskunnallisia vahinkoja aiheuttavaa taloudellista toimintaa löytynee mm. pikavippiyrityksistä. Näissä tapauksissa yksilöiden työllistyminen ja vaurastuminen perustuu siihen, että veronmaksaja maksaa laskun. (Sivuhuomiona, yllä käsitelty Jevonsin paradoksi varmistaa, että kaivosteollisuus Suomessa ei tule säästämään grammaakaan louhintaa toisaalla. Niin kauan kun louhintaa tai sen ympäristövahinkoja ei rajoiteta, kaikki

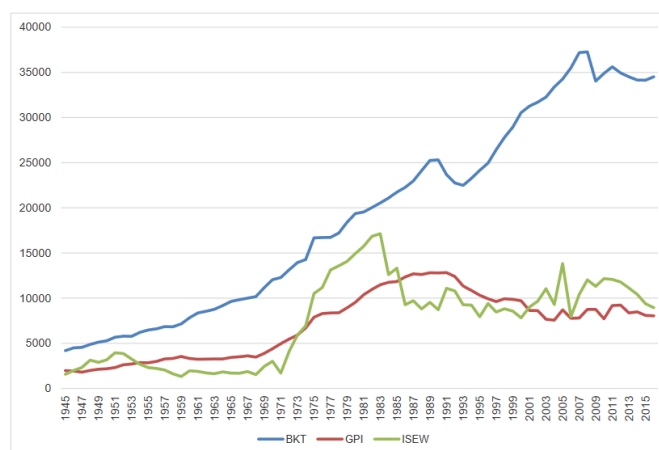
kannattavasti louhittavissa oleva materiaali tullaan käyttämään. Väitteet siitä, että louhinta kannattaisi tehdä nimenomaan Suomessa ympäristövahinkojen vähentämiseksi, eivät perustu todelliseen raaka-ainemarkkinoiden dynamiikkaan.)

Tuhoavakin teollisuus tarjoaa kuitenkin työpaikkoja ainakin jonkin aikaa. Siksi työttömyydestä pelottavampaa tekevä politiikka luo todellisen riskin yhteiskunnan lukkiutumisesta kehityspolulle, joka pidemmällä tähtäimellä tuhoaa enemmän vaurautta kuin luo sitä, mutta jolta poispääsy onnistuu vain tuhoisan kriisin myötä. Tällaisen kehityspolun seurauksena Suomen todellinen vauraus saattaa huveta paljonkin, vaikka laskennallinen vauraus kasvaisikin. Tämä kasvava ero todellisen ja laskennallisen vaurauden välillä on historiallisiin ja ideologisiin valintoihin perustuva kirjanpidollinen harha, jonka juurisyynä on haluttomuus hinnoitella talouskasvun ympäristölle ja yhteiskunnille aiheuttamia vahinkoja. Hinnoittelun yksinkertaisuus saattoi olla perusteltua vallitsevien käytäntöjen kehittyessä 1950-luvulla, jolloin maailman rajat vaikuttivat kaukaiselta ongelmalta ja tekniikan voittokulku luonnon yli näytti väistämättömältä. Ajan kuluessa ja taloudellisen toimeliaisuuden lisääntyessä kirjanpidon ja todellisuuden välinen erotus on kuitenkin kasvanut. Vastaava ajan myötä kasvanut harha oli osasyynä esimerkiksi Neuvostoliiton talouden romahdukseen: kun talouden kirjanpito ei huomioi riittävästi raaka-aineiden hankkimisen tai taloudellisen toimeliaisuuden aiheuttamia vahinkoja, se ohjaa väistämättä resursseja tehottomaan käyttöön ja sektoreille, jotka ennen pitkää aiheuttavat enemmän vahinkoja kuin tuottavat hyötyä. Kun ongelma tulee kaikille kiistämättömän ilmeiseksi, ero kirjanpidon ja todellisuuden välillä voi olla niin suuri, että kirjanpidon muuttaminen realistisemmaksi on vaikeaa. Kun tähän yhdistyy se, että harhaisen kirjanpidon paisuttamat, yhteisvaurautta tuhoavat sektorit saattavat työllistää paljon ihmisiä tai muuten omata paljon yhteiskunnallista valtaa, yrityksetkin korjata kirjanpitoharhan kaltaiset järjestelmän valuviat enemmänkin vaikeutuvat kuin helpottuvat ajan kuluessa. Kansanedustajien olisikin syytä vaatia tarkempia selvityksiä siitä, millaisten työpaikkojen lisääminen on kansakunnan kokonaisedun mukaista myös pitkällä aikavälillä ja nykyään laskematta jäävät vahingot huomioiden.

BKT:n, ISEW:in ja GPI:n kehitys 1945-2016 (euroa per asukas, v. 2010 reaalisin hinnoin)

Onkin

täysin



3.5.2017

Jukka Hoffrén

4

Kuva 3: Suomen vauraus kolmella tavalla laskettuna. Lähde: Hoffrén 2017.

mahdollista, että tulevaisuudessa suomalaiset päättäjät joutuvat vastaavaan pinteeseen mistä Mihail Gorbatsšov löysi itsensä 1980-luvulla. Neuvostoliittolaiset asiantuntijat ymmärsivät erinomaisesti, että

asetehtaiden ja muun tehottoman tuotannon nielemät resurssit olisi pitänyt suunnata järkevämpiin, enemmän hyvinvointia luoviin tarkoituksiin. Etenkin aseteollisuuden kymmenien tuhansien työntekijöiden laittaminen kilometritehtaalle osoittautui kuitenkin poliittisesti mahdottomaksi ennen kuin järjestelmän aika loppui. Kapitalistinen järjestelmä on osoittautunut suunnitelmataloutta tehokkaammaksi resurssien ohjaamisessa, mutta sekään ei ole kyennyt ratkaisemaan harhaisen kirjanpidon ongelmaa.

Todellisuudella on silti myös kapitalismissa viimeinen sana. Jos eranto todellisuuden ja kirjanpidon välillä jatkaa kasvamistaan, voidaan luotettavasti ennustaa järjestelmän kohtaavan ennen pitkää Neuvostoliiton romahdusta vastaavan kriisin. Tämän kriisin tarkkaa ajankohtaa tai luonnetta ei voi luotettavasti ennustaa, mutta aivan samoin kuin voimme ennustaa, että humalassa ajamista jatkava rattijuoppo tulee ennen pitkää joutumaan onnettomuuteen, voimme ennustaa, että jonkinlainen kriisi tai kriisien sarja on vallitsevan kehityksen todennäköinen lopputulos. Kuten kolari, myös kriisi todennäköisesti tulee yllättäen ja varoittamatta. Niinpä 1980-luvun alun Neuvostoliitto vaikutti useimpien tarkkailijoiden mielestä ikuiselta maailmanpolitiikan tosiasialta, mutta vuosikymmentä myöhemmin se oli yksinkertaisesti lakannut olemasta. Joistakin myönteisistä merkeistä kuten äskeisestä Dasguptan raportista huolimatta on vuosi vuodelta todennäköisempää, että myös kapitalististen järjestelmien on törmättävä seinään ennen kuin niiden valuvikojen korjaamiseen tarvittava yhteinen tahtotila löydetään. Ongelmista puhuminen ja niiden esillä pitäminen on kuitenkin välttämätöntä, koska kriisitilanteissa korjausliikkeiden valinta tehdään kulloinkin yleisessä tiedossa ja keskustelussa esillä olevista vaihtoehdoista. Kriisin koittaessa ei ole aikaa pohtia, millainen olisi paremmin toimiva talousjärjestys: siksi sen suuntaviivat täytyy pohtia etukäteen. Avoin, julkinen ja fysikaalisille tosiasioille rehellinen kansalaiskeskustelu olisi reiluin ja demokraattisin tapa valmistautua välttämättä edessä olevaan muutokseen.

Tulevaisuutta ei kuitenkaan ole määrätty ennalta. Maailmassa olisi liki loputtoman paljon tekemätöntä työtä esimerkiksi vahingoitettujen ekosysteemien ennallistamisessa ja kestävien yhteiskuntien rakentamisessa. Esimerkiksi vähähiilisen infrastruktuurin rakentaminen nyt jäljellä olevassa ajassa todennäköisesti työllistäisi kaikki kynnelle kykenevät vähintään vuosikymmeneksi ja suuria joukkoja useiksi vuosikymmeniksi. Järkevän politiikan tavoitteena voisi hyvin olla yhteiskunnan resurssien ohjaaminen tämänkaltaisiin töihin, joiden välttämättömyyden tiedämme jo, hyvissä ajoin ennen kuin tapahtumat pakottavat meidät muutokseen. Erään tuoreen laskelman mukaan tämä vaatisi esimerkiksi EU-valtioilta toimia, joilla ohjataan seuraavan 30 vuoden ajan vuosittain 800 miljardin euron verran joka tapauksessa tapahtuvia sijoituksia vähähiilisiin vaihtoehtoihin, ja tehdään lisäksi n. 180 miljardin euron verran ”ylimääräisiä” sijoituksia (McKinsey 2020). Lopputulos olisi kustannusneutraali. Yksi tapa toteuttaa muutos olisi ottaa oppia vastaavan suuruusista yhteiskunnallisista hankkeista historiassa, ja ohjata yhteiskunnan tuotannollisia resursseja tarvittavaan suuntaan esimerkiksi niin, että EU käyttää Euroopan keskuspankkia rahoittamaan kestävän siirtymän samalla kun ylimääräinen likviditeetti imuroidaan markkinoilta veronkorotuksin.

Lähteet

- Acemoglu, Daron & Restrepo, Pascual (2020). Robots and Jobs: Evidence from US Labor Markets. *Journal of Political Economy* 128(6).
- Acemoglu, Daron; Lelarge, Claire; Restrepo, Pascual (2020). Competing with Robots: Firm-Level Evidence from France. *AEA Papers and Proceedings* 110, 383-88.
- Haberl, H.; Wiedenhofer, D.; Virág, D.; Kalt, G.; Plank, B.; Brockway, P.; ... Creutzig, F. (2020).. A systematic review of the evidence on decoupling of GDP, resource use and GHG emissions, part II: synthesizing the insights. *Environmental Research Letters*, 15(6), 065003.
- Hoffren, Jukka (2017). Kestävän hyvinvoinnin seuranta. Lausunto Eduskunnalle 3.5.2017.

- McKinsey (2020) How the European Union could achieve net-zero emissions at net-zero cost. December 3, 2020.
- Parrique, T.; Barth, J.; Briens, F.; Kerschner, C.; Kraus-Polk, A.; Kuokkanen, A.; Spangenberg, J. H. (2019). *Decoupling Debunked: Evidence and arguments against green growth as a sole strategy for sustainability*. European Environmental Bureau. <https://eeb.org/library/decoupling-debunked/>
- Vaden, T.; Lähde, V.; Majava, A.; Toivanen, T. T.; Eronen, J. T.; Järvensivu, P. (2019). Onnistunut irtikykentä Suomessa? *Alue ja ympäristö* 48(1), 3-13.
- Wiedmann, T., Lenzen, M., Keyßer, L. T., & Steinberger, J. K. (2020). Scientists' warning on affluence. *Nature Communications*, 11(1), 3107