



Vaasan yliopisto  
UNIVERSITY OF VAASA

Aino Vilkki

# **Ilmastotoimien kunnianhimoisuus eri maissa ja kansainvälisessä ilmastopäätöksenteossa**

Laskentatoimen ja rahoituksen  
akateeminen yksikkö  
Taloustieteen pro gradu -tut-  
kielma  
Taloustieteen maisteriohjelma

Vaasa 2021

---

**VAASAN YLIOPISTO****Laskentatoimen ja rahoituksen akateeminen yksikkö**

<b>Tekijä:</b>	Aino Vilkki		
<b>Tutkielman nimi:</b>	Ilmastotoimien kunnianhimoisuus eri maissa ja kansainvälisessä ilmastopäätöksenteossa		
<b>Tutkinto:</b>	Kauppatieteiden maisteri		
<b>Oppiaine:</b>	Taloustieteen maisteriohjelma		
<b>Työn ohjaaja:</b>	Hannu Piekkola		
<b>Valmistumisvuosi:</b>	2021	<b>Sivumäärä:</b>	110

---

**TIIVISTELMÄ:**

Ilmastopäätöksenteko ei ole tähän mennessä ollut riittävän kunnianhimoista, jotta ilmaston lämpeneminen pystyttäisiin rajoittamaan kriittisenä pidetyn 1,5°C:n tasolle esiteollisesta ajasta. Kansainväliset ilmastopöytäkirjat ovat luonteeltaan julkishyödykkeitä, joiden tuotannosta kaikki maat voivat hyötyä rajattomasti, joutumatta maksamaan omaa osuuttaan päästövähennysten kustannuksista. Kansainväliset ilmastopöytäkirjat ovat siksi alttiita vapaamatkustukselle. Kuitenkin maiden ilmastotoimien kunnianhimoissa on havaittavissa huomattavia eroja – niin historiallisesti kuin tänä päivänäkin, jotka eivät selity pelkästään vapaamatkustajan ongelmalla.

Pariisin ilmastopöytäkirjasta toteutetaan maiden asettamalla kansallisilla panoksilla, eli kansallinen ilmastotavoitteiden asetanta ohjaa kansainvälistä ilmastopäätöksentekoa. Aikaisempi taloustieteellinen tutkimus ilmastotoimien kunnianhimoa vaikuttavista tekijöistä on kuitenkin vähäistä, vaikka ilmastoyhteistyön ongelmat kulminoituvat julkishyödykkeiden tuotantoon ja siitä aiheutuviin ulkoisvaikutuksiin. Tämän tutkielman tarkoituksena on selvittää, miten eri tekijät vaikuttavat kansallisen ilmastotavoitteiden ja toteutuksen kunnianhimoa yleisesti, ja mitkä tekijät muuttavat sitä ajan myötä maiden sisällä.

Tutkielmassa tutkitaan asukaskohtaisen tulotason, ulkomaankaupan, teollisuuden, kaupungistumisasteen, haavoittuvuuden, demokratian ja tutkimus- ja kehitystoiminnan vaikutusta ilmastokunnianhimoa 56 maassa ajanjaksolla 2018–2021. Tutkimuksessa käytetään myös kiinteiden vaikutusten paneelitestointia, ja siten voidaan kontrolloida maakohtaisia kiinteitä vaikutuksia.

Tutkimustulokset osoittavat, että yleisesti asukaskohtainen tulotaso, teollisuus, kaupungistumisaste ja haavoittuvuus korreloivat negatiivisesti, kun taas demokratia ja ulkomaankauppa korreloivat positiivisesti ilmastokunnianhimon kanssa. Tutkimusaineistossa ei ole mukana kaikista haavoittuvaisimpia kehittyviä maita, mikä osittain selittää haavoittuvuuden negatiivista vaikutusta ilmastokunnianhimoa. Toisaalta tehosteollisuus siirtyy globalisaation seurauksena varakkaammista maista matalamman tulotason maihin, joka saattaa vääristää haavoittuvampien maiden ilmastokunnianhimoa. Tulotason ja ilmastokunnianhimon välillä havaitaan U-mallinen suhde, eli tulotason ilmastokunnianhimoa vähentävä vaikutus kääntyy positiiviseksi tietyn tulotason saavuttamisen jälkeen. Demokratia, talouden avoimuus ja talouskehitys korreloivat keskenään, joten talouskehitys voi lisätä ilmastomyönteisyyttä, jos se edistää demokratian ja talouden avoimuuden toteutumista. Tutkimusperiodilla ajan mittaan ilmastokunnianhimoa vähensi asukaskohtainen tulotaso ja ulkomaankauppa, kun taas kaupungistuminen lisäsi ilmastokunnianhimoa. Tuloksista päätellen kaupungistuminen käyttäytyy tulotason kanssa samalla tavalla; tietyn kaupungistumisasteen jälkeen kaupungistuminen alkaa parantaa ilmastokunnianhimoa.

---

**AVAINSANAT:** ilmasto, kunnianhimo, ympäristötaloustiede, julkishyödykkeet, Pariisin ilmastopöytäkirja, ilmastopolitiikka

## Sisällys

1	Johdanto	6
2	Ilmastopäätöksentekoa yksin vai yhdessä?	11
2.1	Julkishyödykkeen teoria ja markkinoiden epäonnistuminen	11
2.2	Vapaamatkustajan ongelma julkishyödykkeiden tuottamisessa	12
2.2.1	Vapaamatkustajan ongelman havainnollistaminen peliteoreettisella mallinnuksella	15
2.2.2	Yhteistoimintaongelma vangin dilemma -pelissä	16
2.3	Vapaaehtoinen julkishyödykkeiden tuotanto	22
3	Ilmastopäätöksentekoa yksin vai yhdessä?	28
3.1	Kansainväliset ilmastopäätökset kansallisen ilmastopolitiikan suunnannäyttäjänä	28
3.1.1	Kioto-protokolla ja määrälliset päästövähennystavoitteet	29
3.1.2	Pariisin ilmastopäätös ja kansalliset panokset	32
3.2	Itsenäistä ilmastopolitiikkaa	35
4	Kansallisen ilmastokunnianhimon aiempi empiirinen kirjallisuus	42
4.1	Ilmastokunnianhimon mittaus	42
4.2	Talouselämyksen, demokratian ja tutkimus- ja kehitystoiminta	45
4.3	Talouden avoimuus ja rakenne	53
4.4	Kaupungistuminen ja haavoittuvuus ilmastomuutoksen seurauksille	58
5	Kansallisen ilmastokunnianhimon empiirinen analyysi	63
5.1	Aineisto ja tutkimusmenetelmä	63
5.1.1	Aineiston kuvaus	64
5.1.2	Estimoitavat OLS-yhtälöt	68
5.1.3	Estimoitavat kiinteiden vaikutusten yhtälöt	69
5.2	Tulosten analysointi	71
5.2.1	OLS-menetelmän tulokset	72
5.2.2	Kiinteiden vaikutusten paneelidata-analyysin tulokset	77
5.2.3	Estimoitavien tulosten robustisuuden testaaminen	82

6	Johtopäätökset	87
	Lähteet	92
	Liitteet	107
	Liite 1. Maa-aineisto	107
	Liite 2. Kiinteiden vaikutusten regressiotulokset maakohtaisilla dummy-muuttujilla.	
	108	

## Kuviot

Kuvio 1. Kahden pelaajan pelimatriisi (Decanio ja Fremstad, 2013).	16
Kuvio 2. Ilmastopäätöksenteko vangin dilemma -pelissä (Decanio ja Fremstad, 2013).	17
Kuvio 3. Tulotason hajonta suhteessa ilmastokunnianhimoon.	75

## Taulukot

Taulukko 1. Tutkielman hypoteesit.	62
Taulukko 2. Aineiston muuttujat	65
Taulukko 3. Muuttujien korrelaatiotesti	66
Taulukko 4. OLS-regressiotulokset ilmastokunnianhimosta.	72
Taulukko 5. Kiinteiden vaikutusten paneelimallinnukset ilmastokunnianhimosta.	78
Taulukko 6. White-testi satunnaisvirheen heteroskedastisuudesta OLS-regressioissa.	83
Taulukko 7. Robustit OLS-menetelmän regressiot.	84
Taulukko 8. Robustit regressiot kiinteiden vaikutusten mallinnuksissa.	85

## Lyhenteet

<b>BKT</b>	Bruttokansantuote
<b>CCPI</b>	Climate Change Performance Index
<b>EKC</b>	Environmental Kuznets Curve
<b>EU</b>	Euroopan Unioni
<b>IEA</b>	International Energy Agency
<b>IPCC</b>	The Intergovernmental Panel on Climate Change
<b>OECD</b>	Taloudellisen yhteistyön ja kehityksen järjestö
<b>OLS</b>	Pienimmän neliösumman menetelmä
<b>SCC</b>	Social cost of carbon
<b>YK</b>	Yhdistyneet kansakunnat

# 1 Johdanto

Ihmisen aiheuttamalla ilmastonmuutoksella on kohtalokkaita seurauksia niin maailmantaloudelle kuin elämän perusedellytyksille maapallolla (Stern, 2007). Kansainvälisen ilmastopaneelin IPCC (2018) mukaan maapallon lämpenemisen kannalta kriittisenä pidetty 1,5 °C:n raja ylitetään ennen vuotta 2040, ellei kasvihuonekaasujen päästöjä vähennetä nopeasti ja merkittävästi. Kansainvälistä ilmastopäätöksentekoa ohjaavan Pariisin vuoden 2015 ilmastosopimuksen tavoitteena on rajoittaa maapallon keskilämpötilan nousu 1,5°C:een esiteollisesta ajasta (YK:n Pariisin ilmastosopimus 2. art.). Tutkimukset kuitenkin osoittavat, että maiden kansalliset toimet eivät ole riittäviä, jotta ilmaston lämpeneminen pystyttäisiin rajoittamaan edes 2°C:n tasolle (Burck, Hagen, Bals, Höhne & Nascimento, 2021; Robiou du Pont & Meinshausen, 2018).

Ilmastonmuutos on globaali ilmiö, johon taloustieteessä liitetään Samuelsonin (1954) kehittämä julkishyödykkeen teoria. Kansainvälinen ilmastosopimus voidaan Battaglinin ja Harstadin (2016) tavoin määritellä globaaliksi julkishyödykkeeksi, jonka seurauksena tehtävistä päästövähennyksistä hyötyvät kaikki - myös ne maat, jotka eivät osallistu päästövähennysten kustannusten kattamiseen. Julkishyödykkeen tuotannon positiiviset ulkoisvaikutukset, kuten päästövähennysten hyödyt ilmastolle, leviävät myös maihin, jotka eivät osallistu päästövähennyksiin. Ilmastolle ei voida yksityisten hyödykkeiden tavoin määritellä omistusoikeuksia, joista vain esimerkiksi päästövähennyksiä tekevät maat hyötyisivät, mikä johtaa markkinan epäonnistumiseen (Stern, 2007).

Globaalit julkishyödykkeet, kuten kansainväliset ilmastosopimukset, ovat alttiita vapaa-  
matkustukselle, sillä vaikka kaikkien kannalta paras lopputulema saavutettaisiin tekemällä päästövähennyksiä yhteistyössä, mailla voi olla kannustin poiketa yhteistyöstä (Barrett, 2007, s. 101; Nordhaus, 2015; 2019). Ilmastosopimusten vapaa-  
matkustukselle alttiista luonteesta huolimatta, ilmastosidonnaisia julkishyödykkeitä, kuten ekologisia teknologiainnovaatioita, tuotetaan myös vapaaehtoisesti, ja maiden ilmastotoimien kunnianhimoissa on havaittavissa huomattavia eroja (Burck ym., 2021; Robiou du Pont &

Meinshausen, 2018). Kansainvälistä ilmastopäätöksentekoa ohjaavat tällä hetkellä maiden itsenäisesti asettamat niin sanotut kansalliset panokset, eli kansallinen ilmastokunnianhimo. Tässä tutkielmassa ilmastokunnianhimolla, englanniksi *climate ambition*<sup>1</sup>, tarkoitetaan niin maan tavoitteellisuutta hillitä ilmaston lämpenemistä tulevaisuudessa ilmastopolitiikalla, kuin nykyisiä ja menneitä toimia kasvihuonekaasujen päästöjen vähentämiseksi. Ympäristötaloustieteen kirjallisuudessa on tähän mennessä tutkittu enemmän kasvihuonekaasujen päästöihin vaikuttavia tekijöitä, mutta verrattain vähän sitä, mitkä tekijät selittävät merkittäviä eroavaisuuksia maiden välisten ilmastotoimien ja tavoitteiden taustalla. Pariisin ilmastopöytäkirjan tavoitteiden saavuttamiseksi näiden tekijöiden ymmärtäminen olisi kuitenkin erityisen tärkeää, sillä tällä hetkellä jotkin maat ylittävät oikeudenmukaiset osuutensa, kun taas toiset ovat kaukana niiden täyttämisestä (Holz, Kartha & Athanasiou, 2018; Robiou du Pont & Meinshausen, 2018). Lisäksi esimerkiksi tulotason todellinen vaikutus ilmastokunnianhimoon on säilynyt kiistanalaisena alan kirjallisuudessa. Tulotaso on kuitenkin olennainen tekijä ilmastopäätöksenteon tutkimuksessa, sillä suurin osa historiallisista kasvihuonekaasujen päästöistä on varakkaiden OECD-maiden aiheuttamia (IPCC, 2014).

Tässä tutkielmassa ilmastokunnianhimon mittarina käytetään vuosittain julkaistavaa *Climate Change Performance Index (CCPI)* -indeksipisteytystä, joka arvioi ja vertaa 57 maan ja Euroopan Unionin (EU) ilmastonsuojelun suoriutumiskykyä. CCPI-tekijöitä ovat kasvihuonekaasujen päästöt (40% pisteytyksestä), uusiutuvan energian osuus energiantuotannosta (20% pisteytyksestä), energian kulutus (20% pisteytyksestä) ja ilmastopolitiikka (20% pisteytyksestä). (Burck ym., 2021.) CCPI soveltuu hyvin ilmastotoimien kunnianhimon mittariksi, sillä se huomioi sekä nykyiset että tulevat näkymät. Pelkästään kasvihuonekaasujen päästöjen tarkastelu ei kuvastaisi, mihin suuntaan energiasektori ja kasvihuonekaasujen päästöt ovat ilmastopolitiikan seurauksena todennäköisesti kehittyneissä. Toisaalta ilmastopolitiikan tarkastelu yksinään ei antaisi välttämättä realistista ku-

---

<sup>1</sup> Termiä ovat käyttäneet esimerkiksi Tørstad ja muut (2020) sekä Bel & Teixedó (2020)

vaa mahdollisuuksista toteuttaa asetettuja ilmastotavoitteita, sillä kuten Nieto, Carpinero ja Miguel (2018) ovat osoittaneet, suuri osa nykyisistä kansallisista panoksista perustuu ulkopuoliseen rahoitukseen.

Tämän tutkielman tarkoituksena on tutkia, mitkä rakenteelliset tekijät vaikuttavat kansalliseen kunnianhimon ilmastonmuutoksen ehkäisemiseen, eli ilmastorelevanttien julkishyödykkeiden vapaaehtoiseen tuottamiseen ja kasvihuonekaasujen päästöjen vähentämiseen. Rakennetekijöiden tutkiminen ilmastokunnianhimon tai sen puutteen taustalla on tärkeää, sillä jos ymmärrämme paremmin, millaiset taloudelliset ja yhteiskunnalliset rakenteet nostavat kansallista ilmastokunnianhimoa tai vaihtoehtoisesti laskevat sitä, voimme tulevaisuudessa huomioida nämä tekijät kansainvälisten sopimusmallien ja regulaation suunnittelun ja toimeenpanon osana entistä paremmin.

Rakennetekijöiden vaikutusta kasvihuonekaasujen päästöihin ja paikalliseen ympäristöön on tutkittu jonkun verran, mutta tutkimus ilmastotoimien ja tavoitteiden kunnianhimon osalta on vähäistä. Tørstad, Sælen ja Bøyum (2020) ovat osoittaneet, että kansallisten panosten kunnianhimo korreloi positiivisesti demokratian asteen ja haavoittuvuuden (ilmastonmuutoksen seurauksille) kanssa, ja negatiivisesti asukaskohtaisen BKT:n kanssa pienimmän neliösumman menetelmää (OLS) hyödyntäen. Bel ja Teixidó (2020) ovat OLS-estimoinnilla osoittaneet negatiivisen korrelaation ilmastokunnianhimon ja ulkomaankaupan välillä, kun taas Gassebner, Gaton ja Lamla (2008) osoittavat negatiivisen korrelaation teollisuuden ja kaupungistumisen sekä ympäristöllisen sääntelyn välillä satunnaisten ja kiinteiden vaikutusten mallinuksissa. Toisaalta Mavragani, Nikolaou ja Tsagarakis (2016) ovat löytäneet ympäristönsuojelun tehokkuuden korreloivan positiivisesti talouskehityksen, talouden avoimuuden ja demokratian mittareiden kanssa lineaarisessa regressiomallinuksessa. Edellä mainituissa tutkimuksissa selitettävänä tekijöinä ei ole ollut CCPI-pisteytyksen, mutta Mavragani ym. (2016) hyödyntävät ympäristöllisen suorituskyvyn mittaria – *Environmental Performance Index (EPI)* – joka painottaa paikallisen ympäristön laatua ja ekosysteemin elinvoimaisuutta. Tørstad ja muut (2020) ja Bel ja Teixidó (2020) käyttävät selitettävän ilmastokunnianhimon mittarina kansallisiin panoksiin



perustuvaa dataa<sup>2</sup>. Gassebner ym. (2008) selittävät ympäristöllisen sääntelyn tehokkuutta käyttämällä sääntelyn mittarina bensiniin lyijypitoisuuteen kohdistuvia rajoituksia. Ilmastotoimiin keskittyvä tutkimus pääosin selvittää tekijöiden yleistä vaikutusta paikalliseen ympäristöön tai ilmastotavoitteiden kunnianhimoon OLS-mallinnuksella poikkeikkausaineistoissa, selitettävien muuttujien paljolti vaihdellessa. Erityisesti yksittäisen maan sisällä ajan mittaan ilmastotoimien kunnianhimossa tapahtuvaa muutosta paneeliaineistoissa on tutkittu vähemmän.

Tutkielman teoriaosuudessa käsitellään aluksi kansainvälisen ilmastopäätöksenteon taloustieteellisiä lähtökohtia, eli julkishyödykkeiden markkinan epäonnistumista ja siitä aiheutuvaa vapaamatkustajan ongelmaa kansainvälisissä ilmastopäätöksissä. Peliteoreettisella mallinnuksella havainnollistetaan vapaamatkustajan ongelmaa ja yhteistointaongelmaa, johon päädytään ilmastopäätöksenteolle verrannollisissa pelitilanteissa. Lisäksi tarkastellaan, millaiset pelaajat pääsevät todennäköisemmin yhteistyötasapainoon näissä pelitilanteissa, ja miksi julkishyödykkeitä tuotetaan myös vapaaehtoisesti. Tämän jälkeen tarkastellaan sekä kansainvälisiä ilmastopäätöksia ja verrataan maiden sitoutumista niihin, että esimerkkejä itsenäisestä ilmastopolitiikasta paikallisella ja kansallisella tasolla. Lopuksi käsitellään aikaisempaa empiiristä kirjallisuutta tutkielman empiriaosion muuttujien osalta, ja kehitetään tutkielman seitsemän hypoteesia niiden pohjalta.

Tutkielman empiriaosiossa suoritetaan mallinnukset, joissa tutkitaan selittävien muuttujien yleistä vaikutusta selitettävään ilmastokunnianhimoon käyttäen OLS-menetelmää, kuten Tørstad ym. (2020) ja Bel ja Teixidó (2020). Lisäksi kontrolloidaan maakohtaisia kiinteitä vaikutuksia noudattaen Gassebnerin ym. (2008) tavoin kiinteiden vaikutusten paneeliestimointia. Näin tarkastellaan yleisten vaikutusten lisäksi tekijöitä, jotka muuttavat ilmastokunnianhimoa tutkimusajanjaksolla saman tutkimusjoukon sisällä, ja eroavatko nämä tekijät yleisesti ilmastokunnianhimoon vaikuttavista tekijöistä. Lisäksi testataan tulotason ja ilmastokunnianhimon välisen U-mallisen yhteyden olemassaoloa; eli

---

<sup>2</sup> ks. Robiou du Pont & Meinshausen (2018), Meinshausen & Alexander (2017)

laskeeko kansallinen ilmastokunnianhimo aluksi tulotason kasvaessa, kunnes tietyn pisteen saavuttamisen jälkeen talouskasvu alkaa lisäämään ilmastokunnianhimoa. Lopuksi kaikkien mallinnusten tuloksien robustisuutta tarkastellaan Gassebnerin ym. (2008) tavoin, ja verrataan robustien estimointien tuloksiin. Johtopäätökset-kappaleessa käydään läpi tutkimustuloksia, ja esitetään niiden pohjalta ehdotuksia tulevan ilmastotoimien kunnianhimoisuuteen vaikuttavien tekijöiden tutkimuksen tueksi.

## 2 Ilmastopäätöksen taloustieteelliset lähtökohdat

Tässä luvussa käsitellään taloustieteellisiä ilmiöitä, joihin ilmastopäätöksenteon ongelmat kulminoituvat. Ilmastorelevantit hyödykkeet ovat luonteeltaan julkishyödykkeitä, joiden tuotannosta ja sen ulkoisvaikutuksista seuraa julkishyödykkeiden markkinoiden epäonnistuminen. Julkishyödykkeet ovat siten alttiita vapaamatkustukselle, mutta toisaalta julkishyödykkeitä tuotetaan myös vapaaehtoisesti.

### 2.1 Julkishyödykkeen teoria ja markkinoiden epäonnistuminen

Stern (2007) on kuvannut ilmastonmuutosta taloushistorian suurimmaksi ja laaja-alaisimmaksi markkinan epäonnistumiseksi, mikä on seurausta ilmastositonnaisen julkishyödykkeiden tuotannon ja kulutuksen ongelmista, ja niiden ulkoisvaikutuksista. Samuelsonin (1954) mukaan julkishyödykkeeksi määritellään hyödyke, jonka kuluttaminen ei vähennä muiden mahdollisuutta kuluttaa sitä, ja se on vapaasti kaikkien saatavilla niin, ettei ketään voi estää kuluttamasta sitä kuluitta. Julkishyödykkeen tuotannosta ja kulutuksesta aiheutuu ulkoisvaikutuksia, jotka vaikuttavat kaikkiin, mutta julkishyödykkeen kuluttamisen tai tuotannon kustannukset eivät kohdistu ainoastaan niiden tuottajaan. Stern (2007) täsmentää, etteivät markkinat automaattisesti takaa oikeaa määrää oikean tyyppisiä julkishyödykkeitä, toisin kuin yksityisiä hyödykkeitä, joista maksetaan ja joita kulutetaan yksin. Yleisten toimintatapojen puuttuessa, yksityiset sijoittajat eivät saa, tai saavat rajatusti, tuottoja sijoittaessaan julkishyödykkeisiin. Lopulta markkinat tarpeellisille ilmastositonnaisille hyödykkeille ja palveluille (esimerkiksi energia-, maankäyttö- ja innovaatiosektoreilla) eivät heijasta eri kulutus- ja sijoitusvalintoja ilmaston hyväksi.

Maapallon ilmastoon julkishaitakkeena ja ilmaston lämpenemiseen sen käytön negatiivisena ulkoisvaikutuksena liitetään kirjallisuudessa monia erityispiirteitä. Ilmastonmuutos on globaali ilmiö syiltään ja seurauksiltaan, ja sen vaikutukset ovat pitkäkestoisia ja pysyviä (Stern, 2007). Tämä tekee ilmastositonnaisista julkishyödykkeistä globaaleja.

Nordhaus (2019) täsmentää globaalien ulkoisvaikutusten eroavan paikallisten ja kansallisten julkishyödykkeiden ulkoisvaikutuksista siten, etteivät markkinat tai kansalliset hallitukset voi kontrolloida niitä. Globaalien julkishyödykkeiden ongelmallisuus syntyykin siitä, että yksittäiset maat saavat ainoastaan vähän etua omista toimistaan, sillä hyödyt leviävät myös toisiin maihin.

Barrett (2007, s. 5–6) rajaa kasvihuonekaasujen päästöjen vähentämistoimenpiteiden problematiikan neljään pääpiirteeseen seuraavasti: ilmastonmuutos ei uhkaa ihmisen selviytymistä ainakaan lähitulevaisuudessa, sen seuraukset jakautuvat epätasaisesti eri maiden välillä, ilmastonmuutoksen ehkäisytoimenpiteillä on omat vaihtoehtoiskustannuksensa ja kasvihuonekaasujen päästöjen vähentäminen riippuu lopulta kaikkien maiden yhteispanoksesta. Näin ollen mailla on rajalliset kannustimet ryhtyä toimenpiteisiin yksinään, sillä ilmastonmuutoksen seuraukset harvoin kohdistuvat niihin suoraan tai ainakaan lyhyellä aikavälillä, ja hyödyt esimerkiksi investoinneista uusiutuvaan energiaan valuvat ulkoisvaikutusten seurauksena myös muihin maihin. IPCC (2014b) määrittelee ilmastonmuutoksen oleva globaali yhteistoimintaongelma, joka edellyttää kansainvälistä yhteistyötä yhdessä paikallisen, kansallisen ja alueellisen politiikan kanssa.

Nykyisen Pariisin ilmastopimuksen perustana ovat maiden itsenäisesti asettamat kansalliset panokset, joilla pyritään saavuttamaan yhteisesti asetetut tavoitteet (YK:n Pariisin ilmastopimus). Kansalliset panokset ohjaavat siis tällä hetkellä kansainvälistä ilmastopäätöksentekoa, minkä vuoksi tässä tutkielmassa keskitytään tarkastelemaan syitä kansalliselle kunnianhimolle sekä asettaa tavoitteellisia panoksia, että käytännön ilmastotoimia niiden toteuttamiseksi.

## **2.2 Vapaamatkustajan ongelma julkishyödykkeiden tuottamisessa**

Kuten esitetty aiemmin, julkishyödykkeen tuotantoon liittyy vapaamatkustajan ongelma, jossa maille syntyy kannustin hyötyä muiden tekemistä päästövähennyksistä osallistu-

matta niiden kustannuksiin. Vapaaamatkustajat voivat olla tietoisia vapaaamatkustamisesta aiheutuvista, kollektiivisista haittavaikutuksista, mutta jättävät osallistumatta yhteistoimintaan, kuten esimerkiksi ilmastopöytäkirjaan, sillä eivät näe osallistumisesta koituvan suoraa hyötyä itselleen (Vanderheiden, 2016).

Nordhaus (2015) esittää vertailukohtana kansainväliselle ilmastopöytäkirjalle tilanteen, jossa yhteistyötä ei tehdä. Maat liittyvät ilmastopöytäkirjaan, mikäli tuotot ovat paremmat, kuin tässä tasapainossa. Nash (1950) esitteli alun perin ei yhteistyötä -tasapainon, jossa pelaajat toimivat itsenäisesti, eikä ketään palkita tai rangaista muiden toimesta heidän valinnoistaan. Analyysi perustuu oletukseen, että pelaajat maksimoivat ensisijaisesti vain taloudellista hyvinvointiaan, eivätkä huomioi puolueellisia, ideologisia tai muita käyttäytymistapoja (Nash, 1950). Ilmastopöytäkirjassa ideologinen käytös malli voisi olla esimerkiksi päästörajoitusten asettaminen silläkin uhalla, että ne haittaavat maan talouskehitystä, sillä ilmastomuutoksen hillitsemisen nähdään maksimoivan maan hyvinvointia pitkällä aikavälillä.

Nordhaus (2015) soveltaa ei yhteistyötä -tasapainoa kansalliseen ilmastopöytäkirjatilanteeseen, jossa ilmastotoimenpiteistä päätetään kerran, olettaen maiden eroavan vain kooltaan. Tässä tasapainossa maan  $i$  hyvinvointi  $W_i$  koostuu tuotosta  $Q_i$  vähennettynä kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiskustannuksilla  $A_i$  ja vahingoilla  $D_i$  (ks. yhtälö 1)

$$(1) W_i = Q_i - A_i - D_i = \theta_i Q_w - \alpha \mu_i^2 \theta_i Q_w - \gamma \theta_i (E_i + \sum_{j \neq i} E_j).$$

Yhtälössä 1 edelleen  $Q_i$  on  $\theta_i Q_w$ , jossa  $\theta$  kuvaa maan osuutta koko maailman tuotosta  $Q_w$ .  $A_i$  on  $\alpha \mu_i^2 \theta_i Q_w$ , jossa  $\alpha$  on identtinen kasvihuonekaasujen päästöjen vähentämiskustannusten parametri ja  $\mu$  päästöjen kontrollitaso  $[= (\bar{E} - E) / \bar{E}]$ , jossa  $E$  kuvaa todellisia päästöjä ja  $\bar{E}$  kontrolloimattomia päästöjä.  $A_i$ :n odotetaan kasvavan eksponentiaalisesti maan kasvihuonekaasujen päästöjen kontrollitasoon, eli kontrolloitavissa oleviin päästöihin nähden. Toisin sanoen  $A_i$  koostuu maan sisäisestä kustannusrakenteesta

(mikä on kustannus päästörajoituksille) sekä rajoitettavissa olevien päästöjen osuudesta suhteessa maan varallisuuteen, eli osuuteen koko maailman tuotosta.  $D_i$  on  $\gamma\theta_i(E_i + \sum_{j \neq i} E_j)$ , jossa  $\gamma$  on Social Cost of Carbon (SCC), joka tarkoittaa rajakustannusta yhdestä tuotetusta lisäyksiköstä kasvihuonekaasujen päästöjä.  $E_i + \sum_{j \neq i} E_j$  pitää sisällään maan  $i$  ja muiden maiden  $j$  kumuloituneet kasvihuonekaasujen päästöt. Näin ollen maakohtaisiin vahinkoihin  $D_i$  lasketaan mukaan SCC ja maan osuus maailman tuotoista koko maailman kasvihuonekaasujen päästöt huomioiden (Nordhaus, 2015).

Kannustin vapaamatkustamiselle syntyy, sillä suurin osa vahingoista  $D_i$  aiheutetaan maan  $i$  ulkopuolella ( $\sum_{j \neq i} E_j$ ), mikä vastaavasti tarkoittaa, että muiden aiheuttamat kasvihuonekaasujen päästöt tulevat maan  $i$  maksettaviksi (Nordhaus, 2015). Nordhausin (2015) mukaan mailla ei ole kannustinta liittyä sellaiseen ilmastopimukseen, jossa muiden kasvihuonekaasujen päästöt jäisivät edelleen niiden maksettavaksi. Esimerkiksi matalan tulotason maille  $A_i$  on korkean tulotason maita suhteessa suurempi, sillä teknologinen kehitys ei ole edennyt niissä yhtä pitkälle. Epäsuorasti tämä nostaa myös korkean tulotason maiden kustannuksia, sillä Nieton ym. (2018) mukaan kaikista köyhimmät kehittyvät maat ovat riippuvaisia ulkoisesta rahoituksesta, jos niissä ryhdyttäisiin kehittämään esimerkiksi uutta teknologiaa päästövähennysten aikaansaamiseksi. Tulotason on empiirisesti osoitettu lisäävän kasvihuonekaasujen päästöjä (Bel ja Teixidó, 2020). Kaikista kehittyneimmät ja teollistuneimmat taloudet ovat historiallisesti aiheuttaneet suurimman osan kasvihuonekaasujen päästöistä, ja toisaalta saavutetun skaalaedun vuoksi pystyvät tänä päivänä investoimaan uuteen teknologiaan muita edullisemmin. Mailla, jotka ovat vasta teollistumassa, ja taloudellinen aktiivisuus kiihtymässä, on vähemmän resursseja tehdä päästövähennyksiä. Tämä johtuu siitä, että talous ja päästöt kasvavat niissä suhteellisesti nopeammin, samanaikaisesti, kun teknologinen kehitys ei ole yhtä pitkällä (Dinda, 2004). Seuraavaksi tarkastellaan vapaamatkustajan ongelmaa peliteoreettisesta näkökulmasta, ja miten eri pelaajat, eli ilmastopäätöksenteossa valtiot, suhtautuvat pelitilanteeseen, jossa esiintyy yhteistoimintaongelma.

### 2.2.1 Vapaamatkustajan ongelman havainnollistaminen peliteoreettisella mallinnuksella

Peliteoriaa voidaan hyödyntää analyyttisenä työkaluna tosielämän konfliktien ymmärtämiseksi, ja siten löytää ehdotuksia poliittisen päätöksenteon tueksi (Dietz & Zhao, 2011; Finus, 2008; Howard, 2006; Wood, 2011). Sternin (2007) mukaan peliteoriaa hyödyntämällä voidaan ymmärtää, miten eri maat erilaisine kannustimineen, mieltymyksineen ja kulurakenteineen osallistuvat ilmastopäätöksentekoon. Ilmastopäätöksenteko voidaan mieltää kansainvälisenä pelitilanteena, jossa eri maista muodostuu laaja pelaajien joukko. Ympäristötaloustieteen kirjallisuudessa ilmastopäätöksenteko yhdistetään usein pelitilanteeseen, jossa päädytään yhteistoimintaongelmaan: maat saavuttaisivat parhaan lopputuleman tekemällä yhteistyötä, mutta pelaajilla saattaa olla kannustin poiketa tästä tasapainosta (Decanio & Fremstad, 2013). Erilaisia pelitilanteita, ja siten myös peliä, jossa päädytään yhteistoimintaongelmaan, voidaan havainnollistaa yksinkertaisen 2 x 2 -pelimatriisin avulla.

Steinin (1990, s. 3–4) mukaan monien kansainvälisten suhteiden yhteistoimintatilannetta voidaan kuvata yksinkertaisella 2 x 2 -pelimatriisilla, jossa tarkastellaan kahden pelaajan vuorovaikutusta. Näin voidaan tehdä, sillä maat valitsevat kansainvälisessä yhteistoimintatilanteessa yhteistyön tekemisen ja konfliktitilanteen välillä, riippumatta pelaajien lukumäärästä. Ilmastopoliittisessa päätöksenteossa maat valitsevat joko yhdessä vähentävänsä kasvihuonekaasujen päästöjä tai toimivansa itsenäisesti. Decanio ja Fremstad (2013) havainnollistavat kahden pelaajan pelimatriisin avulla, kumpaan strategiaan maat päätyvät ilmastorelevanteissa pelitilanteissa.

Näihin ilmastopeleihin sovellettu tuottomatriisi on kuvattuna kuviossa 1. Jokaisen pelaajan saamat tuotot mitataan järjestysluvuin, eli pelaajan 1 mahdolliset tuotot ( $a, b, c, d$ ) ja pelaajan 2 mahdolliset tuotot ( $u, v, w, x$ ) voivat saada arvot (4, 3, 2, 1), jolloin 4 on paras ja 1 huonoin tulos jokaiselle pelaajalle. Matriisissa  $a$  vasemman yläkulman solussa on pelaajan 1 tuotto, mikäli molemmat pelaajat valitsevat ”osallistu päästövähennyksiin”

eli OP-strategian (ks. kuvio 1). Vastaavasti  $u$  on pelaajan 2 tuotto, kun molemmat pelaajat pelaavat OP-strategiaansa. Molempien pelaajien valitessa ”ei yhteistyötä” eli EY-strategian, pelaajan 1 tuotto on  $d$  ja pelaajan 2 tuotto  $x$  (ks. kuvio 1).

		Pelaajan 2 strategia	
		Osallistu päästövähennyksiin	Ei yhteistyötä
Pelaajan 1 strategia	Osallistu päästövähennyksiin	$a, u$	$b, v$
	Ei yhteistyötä	$c, w$	$d, x$

**Kuvio 1.** Kahden pelaajan pelimatriisi (Decanio ja Fremstad, 2013).

Decanion ja Fremstadin (2013) mukaan ilmastopäätöksenteon kannalta relevantit pelit ovat tuottorakenteeltaan sellaisia, joissa lopputulema (OP, OP) johtaa molempien pelaajien kannalta parempaan tuottoon kuin (EY, EY) strategiapariin päätyminen. Tällöin  $a > d, u > x, a > b, c > d, u > w$  ja  $v > x$ . Seuraavaksi niistä esitellään vangin dilemma -peli, jossa päädytään herkästi luvussa 2.2 esiteltyyn, ei yhteistyötä -tasapainoon.

### 2.2.2 Yhteistoimintaongelma vangin dilemma -pelissä

Ympäristötaloustieteen kirjallisuudessa vangin dilemma -peli yhdistetään usein ilmastopäätöksentekoon (Barrett & Dannenberg, 2012; Decanio & Fremstad, 2013; Nordhaus, 2015). Siinä yksittäiset pelaajat toimivat rationaalisesti oman tilanteensa kannalta, mikä kuitenkin johtaa huonompaan lopputulemaan mahdolliseen yhteistyötilanteeseen verraten (Stern, 2007).

Vangin dilemma -pelimatriisin tuotot on kuvattu kuviossa 2. Decanio ja Fremstad (2013) vertaavat peliä tilanteeseen, jossa on kaksi suurvaltaa, joiden kummankin tärkein tavoite on välttää taloudellisen ja sotilaallisen vahvuuden heikkeneminen suhteessa toiseen.



Molemmat suurvallat hyötyvät, mikäli ne yhdessä vähentävät kasvihuonekaasujen päästöjään. Voidaan ajatella, että ilmastonmuutoksen hidastumisesta saatava hyöty yksittäiselle pelaajalle on 8 ( $2 \times 4$ ), ja päästörajoituksista aiheutuva kustannus 5, jolloin tuotot molemmille pelaajille OP-strategiasta ovat 3 ( $8 - 5$ ). Toiselle pelaajalle syntyy kuitenkin kannustin poiketa OP-strategiasta ja säästää päästövähennyksistä aiheutuva kustannus (5) puolustusmenoihin. Pelaajan hyöty toisen pelaajan päästövähennyksistä on nyt 4 ( $8/2$ ), eikä päästövähennyksiä tehdä, joten niiden kustannus on pelaajalle 0, johtaen tuottoon 4 ( $4 - 0$ ). Tämä taas johtaa OP-strategiaa pelaavan pelaajan kannalta kaikista epäedullisimpaan lopputulemaan, sillä ilmastonmuutoksen hidastumisesta saatava hyöty jää pienemmäksi toisen panoksen puuttuessa (6), mutta päästövähennysten kustannus on edelleen 5, johtaen tuottoon 1 ( $6 - 5$ ). Mikäli molemmat pelaajat valitsevat EY-strategian, voidaan ajatella, että hyöty ilmastosta ilman päästövähennyksiä on kummallakin pelaajalle perustasolla 2.

		Pelaajan 2 strategia	
		Osallistu päästövähennyksiin	Ei yhteistyötä
Pelaajan 1 strategia	Osallistu päästövähennyksiin	3, 3	1, 4
	Ei yhteistyötä	4, 1	2, 2 *

\* Nash-tasapaino

**Kuvio 2.** Ilmastopäätöksenteko vangin dilemma -pelissä (Decanio ja Fremstad, 2013).

Yhtälössä 2 on esitetty pelaajan  $i$  kokonaishyöty  $u$ , joka on ilmastonmuutoksen hidastamisesta saatavan hyödyn  $h$  ja maakohtaisten päästövähennyskustannusten  $c$  erotus.  $h$  koostuu pelaajan  $i$  valitsemasta strategiasta  $x$  ja toisen pelaajan  $j$  valitsemasta strategiasta  $y$ . Strategiat määrittävät, kuinka paljon ilmastonmuutosta pystytään hidastamaan. Ilmastonmuutoksen hidastamisesta saatavasta hyödystä  $h$  vähennetään maan  $i$  päästövähennyksistä aiheutuvat kustannukset  $c$  tämän pelatessa strategiaa  $x$  ja näin saadaan pelaajan lopullinen tuotto.

$$(2) \quad u_i = h(x_i, y_j) - c(x_i)$$

Epäyhtälöt 3 ja 4 osoittavat, että pelaajan 1 tuotto tämän pelatessa EY-strategiaa on OP-strategian tuottoa parempi, riippumatta pelaajan 2 valitsemasta strategiasta.

$$(3) \quad u_1(EY, OP) = 4 > u_1(OP, OP) = 3$$

$$(4) \quad u_1(EY, EY) = 2 > u_1(OP, EY) = 1$$

Näin ollen pelaajan 1 dominoiva strategia on EY, sillä  $u_1(EY, y) > u_1(OP, y)$  riippumatta pelaajan 2 valinnasta ( $y = OP, EY$ ). Vastaavasti EY-strategia on dominoiva myös pelaajalle 2, jonka tuottorakenne on samanlainen (ks. kuvio 2).

Kuviosta 2 nähdään, että pelin Nash-tasapaino saavutetaan molempien pelaajien pelatessa dominoivaa EY-strategiaansa. Tasapainolla tarkoitetaan tilaa, jolla ei ole taipumusta muuttua, kun se on saavutettu (Neumann & Morgenstern, 1953, s. 45). Nash-tasapaino saavutetaan, kun yksikään pelaaja ei voi parantaa tuottojaan vaihtamalla peli-strategiaansa toisen pelatessa tasapainostrategiaansa (Nash, 1950). Epäyhtälöt 5 ja 6 havainnollistavat, että (EY, EY) on vangin dilemma -pelin Nash-tasapaino, sillä yksipuolinen poikkeaminen strategiasta EY laskee pelaajien saamia tuottoja.

$$(5) \quad u_1(EY, EY) = 2 \geq u_1(OP, EY) = 1$$

$$(6) \quad u_2(EY, EY) = 2 \geq u_2(EY, OP) = 1$$

Peliteoriassa rationaaliset pelaajat, jotka maksimoivat ensisijaisesti vain omaa etuaan, päätyvät vangin dilemma -pelissä (EY, EY) strategiapariin, jossa on myös pelin Nash-tasapaino. Näin käy siitä huolimatta, että pelaajat olisivat saavuttaneet paremman lopputuleman valitsemalla (OP, OP) strategiaparin. Ostrom (2000) kuvaa tällaisia pelaajia rationaaliseksi egoisteiksi. Rationaalisen egoistin valintaan ei vaikuta se, tekevätkö muut pelaajat yhteistyötä, sillä tämän dominoiva strategia on aina jättää osallistumatta yhteistyöhön, eli vapaamatkustaa. Todellisuudessa kaikki päätöksentekijät eivät kuitenkaan ole rationaalisia egoisteja. Tutkimukset osoittavat, että yksilöt osallistuvat vapaaehtoisesti yhteiseen toimintaan erilaisten riskien minimoimiseksi, sekä sääntöjen luomiseksi esimerkiksi luonnonvarojen suojelemiseksi (Bromley & Parsons, 1995; Milgrom, North &

Weingast, 1990). Seuraavaksi tarkastellaan muita vangin dilemma -tyyppiseen pelitilanteeseen yhdistettyjä päätöksentekijöitä. Ostrom (2000) olettaa, että rationaalisen egoistin lisäksi on sääntöjä noudattavia pelaajatyyppejä, joita ovat ”ehdolliset yhteistyön tekijät” sekä ”rankaisun kannattajat”.

Ehdolliset yhteistyön tekijät ryhtyvät yhteistyöhön, mikäli uskovat muiden pelaajien tekevän riittävästi yhteistyötä. Ehdolliset yhteistyön tekijät luottavat toisiin pelaajiin, ja heidän voi luottaa pysyvän yhteistyöstrategiassa toistuvassa vangin dilemma -pelissä, mikäli yhteistyöhön osallistuvien pelaajien määrä pysyy suhteellisen suurena. Ehdolliset yhteistyön tekijät suhtautuvat vapaamatkustamiseen kuitenkin vaihtelevasti. Jotkin vastaavat vapaamatkustukseen vähentämällä omaa yhteistyöpanostaan, mikä edelleen vähentää muiden ehdollisten yhteistyön tekijöiden halukkuutta osallistua yhteistyöhön. Kunnianhimoisimmat ehdolliset yhteistyön tekijät osallistuvat omalla panoksellaan vielä pelin viimeisillä kierroksilla. (Ostrom, 2000.)

Rankaisun kannattaja suhtautuu vapaamatkustajiin ehdollista yhteistyön tekijää paheksuvammin, ja on valmis asettamaan sanktioita vapaamatkustajille. Vastaavasti rankaisun kannattajat kannattavat kannustinjärjestelmää, mikäli voivat palkita yhteistyöstrategiassa pysyneitä pelaajia. Jotkin ehdolliset yhteistyön tekijät saattavat olla yhtäaikaaisesti myös rankaisun kannattajia. Ehdolliset yhteistyön tekijät ja rankaisun kannattajat saavat käynnistettyä yhteistyötä ja pystyvät rakentamaan sitä ylläpitäviä mekanismeja. (Ostrom, 2000.)

Ostromin (2000) mukaan epäsuora evoluutiolähestymistapa selittää sääntöjä noudattavien pelaajatyyppeiden ja rationaalisten egoistien yhteistyötä peleissä, joissa yhteistyöstrategiaan päätyminen edellyttää pelaajien välistä luottamusta. Epäsuorassa evoluutiomallissa pelaajat saavat objektiivisia tuottoja, mutta tekevät päätöksiä sen perusteella, miten tuotot ovat muutettavissa ominaisiksi mieltymyksiksi. Pelaajat, jotka arvostavat vastavuoroisuutta, oikeudenmukaisuutta ja luotettavuutta, lisäävät subjektiivisen

muutosparametrin joko itsensä tai muiden toimiin. Näin mitataan, ovatko toimet johdonmukaisia heidän normiensa kanssa tai eivät. Sosiaaliset normit saavat pelaajat toimimaan eri tavoin riippuen siitä, kuinka paljon pelaajat arvostavat normin noudattamista. Rationaaliset egoistit maksimoivat mieltymyksensä maksimoidessaan objektiiviset tuotonsa, sillä he eivät anna painoarvoa normin noudattamiselle, eivätkä siten ole luotettavia yhteistyökumppaneita. Ehdolliset yhteistyön tekijät sen sijaan saavat lisäparametrin, joka lisää objektiivisista tuotoista koettua hyötyä, mikäli muut pelaajat vastaavat yhteistyöhön.

Ahn, Ostrom ja Walker (1998) pyysivät toistuvassa vangin dilemma -kokeessa pelaajia listaamaan preferenssinsä pelin lopputulemasta tietämättä muiden siirroista, kun pelaajat tekivät siirtonsa samanaikaisesti. Tuloksena 40 prosenttia 136 osallistujasta listasivat yhteistyölopputuleman (OP, OP) korkeammalle, kuin lopputuleman, jossa poikkeavat yhteistyöstä (EY, OP). Vastaavasti 27 prosenttia osallistujista olivat epävarmoja valinnasta näiden kahden lopputuleman välillä, vaikka yhteistyöstä poikkeamalla objektiiviset tuotot olivat tiedetysti suuremmat. Tutkimustulos osoittaa, että kaikki pelaajat eivät yhteistoimintaongelmassa toimi rationaalisen egoistin tavoin, vaan pelaajien preferenssejä ohjasivat myös sosiaaliset normit.

Ainoastaan luotettavat pelaajatyyppit selviytyisivät sellaisessa evoluutiolähestymistavan pelissä, jossa vallitsee täydellinen informaatio (Güth ja Kliemt, 1998, s. 386). Näin tapahtuisi, sillä uudet pelaajat todennäköisesti omaksuisivat sen strategian, mikä oli johtanut muiden pelaajien osalta suurempiin objektiivisiin tuottoihin edellisillä kierroksilla (Boyd ja Richerson, 1985). Vastaavasti pelaajat, jotka menestyvät aiemmilla kierroksilla heikommin, oppisivat seuraavilla kierroksilla mukauttamaan strategiansa parempiin tuottoihin johtavaksi (Bögers ja Sarin, 1997). Todellisuudessa täydellinen informaatio muista pelaajista, ja näiden todellisista kannustimista, on kuitenkin epärealistinen oletus (Ostrom, 2000).

Vastaavasti ainoastaan rationaaliset egoistit selviytyisivät sellaisessa pelitilanteessa, jossa muista pelaajista ei ole saatavilla informaatiota, ja pelaajien joukko on suhteellisen suuri (Ostrom, 2000). Güth ja Kliemt (1998) esittävät, että tilanteessa, jossa luotettavien pelaajien määrä on tiedossa, mutta yksittäisten pelaajien tyyppistä ei ole informaatiota, pelaajat luottavat toisiin pelaajiin niin kauan, kuin odotettu tuotto muiden luotettavien pelaajien kohtaamisesta on suurempi kuin odotettu tuotto itsenäisen strategian valitsemisesta. Tällaisessa asetelmassa sääntöjä noudattavien pelaajien määrä kuitenkin vähenisi hiljalleen, ellei saatavilla olisi äänekkäitä signaaleja pelaajien tyyppistä esimerkiksi kasvokkain tapahtuvan kommunikaation kautta (Ostrom, 2000).

Schmidtin, Shuppin, Walkerin, Ahnin ja Ostromin (2001) tutkimus osoittaa, että pelaajien halukkuus tehdä yhteistyötä väheni huonojen kokemusten seurauksena toistuvassa vangin dilemma -kokeessa. Pelissä oli 12 kierrosta ja 72 pelaajaa, jotka asetettiin vastakkain sattumanvaraisesti. Vain 19 prosenttia pelaajista listasi yhteistyöstrategian (OP, OP), siitä yksipuolista poikkeamista korkeammalle (EY, OP), kun 17 prosenttia oli epävarmoja valinnasta näiden strategioiden välillä.

Epäsuoran evoluutiolähestymistävän vangin dilemma -pelitilanteessa, jossa esiintyy yhteistoimintaongelma, pelaajat mukauttavat ensimmäisen kierroksen strategiaansa muiden pelaajien valintojen ja toteutuneiden tuottojen perusteella tulevilla kierroksilla (Ostrom, 2000). Kikuchi, Watanabe ja Yamagishi (1997) osoittavat, että pelaajat, jotka osoittavat korkea-asteista luottamusta, osaavat ennustaa toisten pelaajien strategioita alhaisen luottamuksen pelaajia paremmin. Näin ollen pelin kulkuun vaikuttaa, millaisia pelaajatyyppejä pelissä on mukana, saatavilla oleva informaatio toisista pelaajista sekä pelaajien välinen luottamus. Mitä täydellisempi informaatio pelissä vallitsee, sitä todennäköisemmin sääntöjä noudattavat pelaajatyypit menestyvät, ja vastaavasti mitä heikommin informaatiota on saatavilla, sitä todennäköisemmin rationaaliset egoistit menestyvät.

Seuraavaksi voidaan kysyä, mitkä rakenteelliset tekijät todennäköisesti lisäävät pelaajalle subjektiivisen muutosparametrin, joka lisää koettua hyötyä vastavuoroisuudesta, oikeudenmukaisuudesta ja yhteistyöstä? Farzinin ja Bondin (2006) mukaan valtion ympäristöpolitiikkaan vaikuttaa ainakin osittain kansalaisten mieltymykset ja se, kuinka paljon painoarvoa valtio antaa erilaisille yhteiskunnallisille preferensseille päätöksenteossaan. Tutkimuksessa havaitaan, että demokratian aste ja sen tuoma vapaus lisäävät kansalaisten mahdollisuuksia kehittää mieltymyksiään ympäristöpolitiikan suhteen, mikä taas edistää ympäristöpolitiikan painoarvoa kansallisella tasolla. Mitä parempi demokraattinen vapaus maassa vallitsee, sitä paremmat mahdollisuudet kansalaisilla on osallistua kansalliseen päätöksentekoon ja tulla kuulluiksi. Maissa, joissa demokratian aste on parempi, myös ympäristöpoliittinen lainsäädäntö on usein velvoittavampaa. Samaten Mavragani ja muut (2016) löytävät positiivisen korrelaation demokratian ja kansallisen ympäristönsuojelun välillä empiirisessä tutkimuksessaan.

Voidaan siis päätellä, että mitä demokraattisempia maita ilmastopäätöksentekoon osallistuu, sitä todennäköisemmin pelaajat saavat subjektiivista hyötyä yhteistyöstrategian ja sääntöjen noudattamisesta. Yhteistyöstrategian noudattaminen riippuu kuitenkin myös saatavilla olevasta informaatiosta sekä pelaajien välisestä luottamuksesta. Sääntöjä noudattavat pelaajatyypit saavat subjektiivista lisähyötyä muiden vastatessa yhteistyöstrategiaan (OP, OP), mutta informaation ja luottamuksen puuttuessa, strategiaan ei välttämättä päädytä.

### **2.3 Vapaaehtoinen julkishyödykkeiden tuotanto**

Ilmastositonnaiset julkishyödykkeet ovat alttiita vapaamatkustukselle, mutta siitä huolimatta niitä tuotetaan myös vapaaehtoisesti. Andreoni (1990) kehitti 'lämpimän anteliaisuuden' -mallin tutkiessaan ihmisten lahjoituksia vapaaehtoisesti tuotettuun julkishyödykkeeseen, kuten hyväntekeväisyyteen. Vapaaehtoista osallistumista hyväntekeväisyyteen ei voitu selittää 'epäpuhtaalla epäitsekkyydellä', vaan yksilöt kokivat hyöty-

vänsä esimerkiksi hyväntekeväisyyden kokonaistarjonnan kasvun lisäksi itse lahjoituksesta koetusta hyödystä. Andreonin (1990) mukaan julkishyödykkeen teorian soveltaminen sellaisenaan sivuuttaa epäitsekkyyden osana yksilön päätöksentekoa, sillä siihen liittyvät teoreettiset oletukset, kuten julkishyödykkeiden tarjonnan riippumattomuus tekijöiden varallisuudesta, julkisen tarjonnan ylivertaisuus suhteessa yksityiseen tarjontaan ja valtiontukien neutraalisuus, ovat äärimmäisiä ja epäuskottavia.

Talusteoriassa vapaaehtoisuuteen perustuvan julkishyödykkeiden tuotannon on vedottu liittyvän moraaliseen motivaatioon. Funktionalistisen käsityksen mukaan ihmisen moraalijärjestelmä tehostaa yhteistyötä ja helpottaa julkishyödykkeiden vapaaehtoista tarjontaa tukahduttamalla tai sääntelemällä itsekkyyttä (Graham, Nosek, Haidt, Iyer, Koleva & Ditto, 2011; Haidt, 2012; Tomasello, 2016). Welsch (2020) tutkii moraalisen perustan vaikutusta yksilöiden ilmastoystävällisten käyttäytymismallien, ja sitä kautta ympäristösääntelyn kehittymisessä. Moraalipsykologiassa moraaliset perustat jaetaan seuraavasti: välittäminen, oikeudenmukaisuus, vapaus, lojaaliuus, auktoriteetti ja loukkaamattomuus (Graham ja muut, 2011; Haidt, 2012). Yksilökeskeisiksi, eli ryhmästä riippumattomiksi, moraaliseksi perustoiksi luokitellaan välittäminen, oikeudenmukaisuus ja vapaus. Lojaaliuus, auktoriteetti ja loukkaamattomuus ovat ryhmäkeskeisiä moraalisia perustoja (Graham ja muut, 2011).

Welsch (2020) tutkii yksilöiden suhtautumista ympäristöystävällisiin energiaratkaisuihin sekä moraalisiin perustoihin Länsi-Euroopan maissa. Tutkimus on rajattu Länsi-Eurooppaan, sillä moraaliset perustat ovat samanlaisia länsimaissa, mutta vaihtelevat kulttuurittain (Haidt, 2012). Welsch (2020) testaa regressioanalyysillä, miten moraaliset perustat selittävät ilmastoystävällistä suhtautumista energiaratkaisuihin. Tulokset osoittavat, että moraalisten perustojen lisääminen selittäviksi tekijöiksi ”ilmastohuoli” -muuttujassa parantaa ilmastoystävällisyyden selitystasetta keskimäärin 44 prosentilla. Lisäksi löydökset osoittavat, että moraalisen perustan rooli yksilön suhtautumisessa ilmastoystävällisiin energiaratkaisuihin riippuu siitä, onko kyseessä globaali vai rajatumpi julkishyödyke.

Globaaleille julkishyödykkeille, kuten ilmastonmuutoksen hillitsemistoimenpiteille, ominaisimmat moraaliset perustat ovat yksilökeskeisiä, joista erityisesti oikeudenmukaisuuden ja välittämisen merkitykset korostuivat tutkimuksessa ilmastoystävällisyyden selittäjinä. Tulokset osoittavat, että ilmastorelevanttien julkishyödykkeiden vapaaehtoinen tuotanto on osittain selitettävissä yksilöiden moraalilla perustoilla, ja siten lisääntyneenä sääntelyn kysyntänä kansallisella tasolla.

Valtion vapaaehtoinen julkishyödykkeiden tuotanto kulminoituu siihen, minkä ryhmän yksilöllisiä preferenssejä päätöksenteossa painotetaan. Farzin ja Bond (2006) mallintavat, mitkä tekijät vaikuttavat valtion julkishyödykkeiden tuotantoon. Mallissa valtion väestö  $N$  on jaettu kahteen ryhmään ( $i = 1, 2$ ) riippuen erottavista tekijöistä ( $\gamma_i$ ). Erottavat tekijät  $\gamma_i$  voidaan jaotella ryhmiin (rikkaat-köyhät, koulutetut-ei koulutetut, asuu kaupungissa-asuu maaseudulla tai nuori-vanha), mitkä saattavat vaikuttaa yksilöllisiin ympäristöpoliittisiin mieltymyksiin. Mallissa yksilöiden ympäristöpoliittiset mieltymykset oletetaan mieltymyksiksi valtion päästövähennyksistä.

Valtio päättää tietyllä hetkellä  $t$ , kuinka paljon päästövähennyksiä tehdään eri ryhmien mieltymyksiin perustuen.  $E_1(\gamma_1)$  ja  $E_2(\gamma_2)$  kuvaavat kansalaisryhmien mieltymyksiä päästövähennyksistä ja  $E_d$  kuvaa valtion harkinnanvaraista mieltymystä. Aktuaalinen päästövähennysten taso  $\hat{E}$ , jonka valtio lopulta toteuttaa, voidaan esittää eri ryhmien mieltymysten ja valtion demokratian asteen yhtälönä (ks. yhtälö 7).

$$(7) \quad \hat{E} = E(E_1(\gamma_1), E_2(\gamma_2), E_d; \alpha)$$

Yhtälössä 7  $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3)$  on parametrivektori, joka kuvastaa valtion poliittista rakennetta ja niitä prosesseja, jotka määrittävät painotukset kansalaisryhmien ja valtion mieltymysten kesken ympäristöpolitiikan lopputulemassa. Parametrit  $\alpha_1$  ja  $\alpha_2$  kuvastavat kansalaisryhmien mieltymysten painotusta (demokratian aste), kun taas  $\alpha_3$  kuvastaa valtion omia mieltymyksiä ja niiden painostusta (autokratian aste). Yhtälö 7 voidaan johtaa edelleen lineaariseen muotoon (ks. yhtälö 8).



$$(8) \quad \hat{E} = \alpha_1[e_1(\gamma_1)\gamma_1] + \alpha_2[e_2(\gamma_2)\gamma_2] + (1 - \alpha_1 - \alpha_2)E_d$$

Yhtälössä 8  $e_i(\gamma_i)$  kuvaa ryhmän  $i = 1,2$  keskimääräistä taipumusta kannattaa julkisia menoja päästövähennysten tekemiseksi. Parametrit  $\alpha_1, \alpha_2$  ja  $\alpha_3 (= 1 - \alpha_1 - \alpha_2)$  määrittävät vaihtoehtokustannuksen, jolla valtio vaihtaa yhden kansalaisryhmän mieltymyksen päästövähennyksistä toisen ryhmän mieltymykseksi ja omaan mieltymykseensä päästövähennyksistä. Parametrin  $\alpha_i$  arvo asettuu välille  $0 < \alpha_i < 1$ , ja  $\alpha = 1$ . Valtion poliittinen järjestelmä on täysin korruptoitunut, mikäli  $\alpha_1 = 1$  ja  $\alpha_2 = \alpha_3 = 0$ , tai vastaavasti jos  $\alpha_2 = 1$  ja  $\alpha_1 = \alpha_3 = 0$ , sillä tällöin yhden ryhmän mieltymykset dominoivat muita, ja määrittävät ympäristöpolitiikan suunnan. Vaihtoehtoisesti, jos  $\alpha_1 = \alpha_2 = 1/2$  ja  $\alpha_3 = 0$  valtio on tasa-arvoinen demokratia, jossa eri ryhmien mieltymykset otetaan tasa-arvoisesti huomioon, ja valtion päättäjien mieltymykset eivät vaikuta lopputulokseen. Nämä tilanteet ovat ääriesimerkkejä, jotka todellisuudessa harvoin toteutuvat sellaisinaan, mutta auttavat hahmottamaan mallin tulkintaa.

Korruption on empiirisesti osoitettu vähentävän kansalaisten luottamusta ympäristöpolitiikan toimivuuteen. Harring (2014) tutkii Euroopan Unionin (EU) maiden kansalaisten asennoitumista ympäristölähtöiseen politiikkaan Eurobarometrin kyselytutkimuksen dataa hyödyntäen. Monitasoisessa regressiomallinnuksessa havaitaan, että korruptoituneemmissa maissa, joissa myös taloudellista eriarvoisuutta esiintyy enemmän (Etelä-Euroopan maat), ympäristölähtöinen politiikka koetaan vähemmän tehokkaaksi kuin maissa, jotka ovat vähemmän korruptoituneita (Pohjois-Euroopan maat). Korruptoituneet julkiset instituutiot tuhlaavat enemmän taloudellisia resursseja, ja julkinen luottamus niihin on alhaisempaa, mikä on linjassa tutkimustulosten kanssa. Korruptoituneemmissa maissa  $\alpha_1 > 1/2$ , tai vaihtoehtoisesti  $\alpha_2 > 1/2$ , jolloin yhden ryhmän mieltymyksiä painotetaan päätöksenteossa toisen ryhmän mieltymyksiä enemmän. Tämä edelleen vähentää toisen ryhmän luottamusta julkisiin instituutioihin. Mitä korruptoituneempi valtio on, sitä lähempänä  $\alpha_i$ :n arvo on yhtä. Bailer (2012) esittää, että vaikutusvaltaiset eturyhmät, jotka esimerkiksi lobbaavat öljyteollisuuden puolesta, vaikuttavat maiden asettumiseen kansainvälisissä ilmastoneuvotteluissa.

Mallista voidaan päätellä, että mitä demokraattisempia julkiset instituutiot ovat, sitä paremmin kansalaisten mieltymykset välittyvät poliittiseen päätöksentekoon, ja valtio tuottaa todennäköisemmin vapaaehtoisesti ilmastorelevantteja julkishyödykkeitä (Farzin ja Bond, 2006). Yksinkertaistettu malli saa empiiristä tukea, sillä demokratian asteen on osoitettu korreloivan positiivisesti kansallisen ilmastokunnianhimon kanssa (Farzin & Bond, 2006; Mavragani ja muut, 2016; Tørstad ja muut, 2020).

Lopulta kunnianhimoisempi ilmastopolitiikka edellyttää demokraattisessakin valtiossa julkista kannatusta. Baiardi ja Morana (2021) tarkastelevat EU-maiden kansalaisten asennoitumista ilmastonmuutokseen eurobarometrin kyselytutkimuksen aggregaatti-maalukuihin pohjaten. Tutkimuksessa havaitaan, että huoli ja tietoisuus ilmastonmuutoksesta korreloi positiivisesti tulotason kanssa. Löydös on linjassa ympäristön Kuznets käyrän, *Environmental Kuznets Curve* (EKC) -hypoteesin kanssa. Alun perin Grossman ja Krueger (1991) havaitsivat EKC-korrelaation tutkiessaan Pohjois-Amerikan kauppasopimuksen ympäristöllisiä vaikutuksia. Tutkimuksessa havaittiin, että ilmansaasteet nousivat maissa, joissa asukaskohtainen bruttokansantuote (BKT) oli alhaisempi, kun taas korkeamman tulotason maissa ilmansaasteilla ja talouskasvulla oli keskenään negatiivinen korrelaatio. EKC perustuu hypoteesiin, jossa ympäristön laadun ja talouskasvun välillä oletetaan valitsevan käänteinen U-mallinen suhde: talouskasvu lisää päästöjä, kunnes tietty tulotaso on saavutettu, minkä jälkeen päästöt kääntyvät laskuun. Nimensä EKC on saanut Kuznetsin (1955) työstä, joka oletti vastaavan käänteisen U-mallisen suhteen tuloerojen ja talouskehityksen välillä. Grossman ja Krueger (1995) argumentoivat, että suurempi talouskasvu takaa paremmat edellytykset ympäristönsuojelulle, sillä varakkaammissa maissa väestö on koulutuneempaa, ja osaa vaatia parempia ympäristö- ja elinolosuhteita sekä standardeja teollisuuteen. Tässä tutkielmassa tarkastellaan tulotason vaikutusta ilmastokunnianhimoon tarkemmin luvuissa 4 ja 5, jolloin palataan EKC-hypoteesiin.

Julkiseen asennoitumiseen ilmastonmuutoksen vakavuutta kohtaan vaikuttaa tulotason lisäksi positiivisesti myös muun muassa yhteiskunnallinen luottamus, kokemukset sään

ääriolosuhteista, sekä toisen asteen koulutus (Baiardi & Morana, 2021). Koulutus lisää tietoisuutta ympäristöongelmista, ja siten vapaaehtoistoimintaa ympäristön hyväksi (Farzin & Bond, 2006). Rivera-Batiz (2002) osoittaa empiirisessä tutkimuksessaan, että kouluttautuneempi väestö kehittää todennäköisemmin ympäristöasioissa progressiivista valtionhallintoa, mikä edelleen edistää demokraattisten päättäjien valtaanpääsyä. Kansallisella tasolla on vastaavasti osoitettu, että haavoittuvuus ilmastonmuutoksen seurauksille lisää maan kunnianhimoa vähentää kasvihuonekaasujen päästöjä (Tørstad ja muut, 2020).

Tässä luvussa on käsitelty ilmastopäätöksenteon taloustieteellisiä lähtökohtia. Ilmastopolitiikan haasteiden taustalla on julkishyödykkeiden tuotannosta, ja sen ulkoisvaikutuksista aiheutuva ilmastosidonnaisten julkishyödykkeiden markkinan epäonnistuminen. Epätäydellinen markkina johtaa vapaamatkustajan ongelmaan kansainvälisessä ilmastopäätöksenteossa, mikä aiheuttaa yhteistoimintaongelman, jossa paras lopputulos saavutettaisiin tekemällä yhteistyötä, mutta siitä on kannustin poiketa. Toisaalta julkishyödykkeiden vapaaehtoista tuotantoa tapahtuu siitä huolimatta, ja eri päätöksentekijöille tuotot määräytyvät eri tavoin. Demokraattiset valtiot arvostavat yhteistyötä autokraattisia tai korruptoituneita valtioita todennäköisemmin, sillä kansalaisten mieltymykset huomioidaan päätöksenteossa. Lisäksi tulotason on argumentoitu lisäävän koulutusta ja huolta ilmastoasioista, ja myös lisäävän painetta demokraattiselle päätöksenteolle. Seuraavaksi tarkastellaan kansainvälistä ja itsenäistä ilmastopäätöksentekoa, ja miten kansalliset tekijät vaikuttavat ilmastopolitiikkaan.

### 3 Ilmastopäätöksentekoa yksin vai yhdessä?

Kansainvälistä yhteistyötä pidetään edellytyksenä ilmaston lämpenemisen hillitsemiselle, mutta kansainvälisten ilmastopöimusten tehokkuutta on arvosteltu muun muassa määrällisiin päästövähennyksiin keskittymisestä, ja rangaistusmekanismin puutteesta (Nordhaus, 2015). Viime aikoina kunnianhimoiset ilmastotavoitteet ovat nousseet pinnalle yksittäisissä maissa. Maailman suurin päästöjen aiheuttaja Kiina julkaisi juuri tavoitteensa hiilineutraaliuudesta vuoteen 2060 mennessä, ja maat kuten Japani ja Etelä-Korea ilmoittivat tavoittelevansa hiilineutraaliuutta jo vuoteen 2050 mennessä (Burck ja muut, 2021). Päinvastaisiakin esimerkkejä löytyy; historiallisesti suurimpiin päästöjen aiheuttajiin lukeutuva Yhdysvallat ehti kertaalleen vetäytyä Pariisiin ilmastopöimuksesta Trumpin presidenttikauden päätteeksi, jolloin ilmastotoimia pyrittiin lähinnä karsimaan (Selby, 2019). Ohjaako kansainvälinen ilmastopäätöksenteko kansallista ilmastopöitiikka vai päinvastoin? Tässä luvussa käsitellään eri lähestymistapoja poliittiseen ilmastopäätöksentekoon.

#### 3.1 Kansainväliset ilmastopöimukset kansallisen ilmastopöitiikan suunnannäyttäjänä

Yhdistyneet Kansakunnat (YK) määrittää kansainvälisellä tasolla ilmastopöitiikan tavoitteita. Vuonna 1992 järjestetyssä YK:n ympäristö- ja kehityskonferenssissa päätettiin YK:n ilmastomuutosta koskevasta puitesopimuksesta, *United Nations Framework Convention on Climate Change* (YK:n ilmastopöimus, 1992). Sopimus tuli voimaan vuonna 1994 ja tänä päivänä sen on ratifioinut kaikkiaan 197 osapuolta (YK, 2021a). YK:n ilmastopöimuksen merkittävimpänä tavoitteena on ihmistoiminnasta aiheutuneiden kasvihuonekaasujen päästöjen vakauttaminen vaarattomalle tasolle.

YK:n ilmastosopimus (1992) sisältää sekä kaikkia sopimuksen osapuolia sitovia velvoitteita että erityisiä velvoitteita vauraille läntisille Annex II -teollisuusmaille. Kaikilta sopimusosapuolilta edellytetään ilmastomuutosta hillitseviä ohjelmia, hiilinielujen suojelua ja raportointia kansallisista kasvihuonekaasupäästöistä. Annex II -mailta edellytetään kehittyvien maiden ilmastomuutoksen hillintään tähtäävien toimien rahoittamista sekä kestävä teknologian siirron edistämistä kehittyviin maihin. YK:n ilmastosopimus ei itsessään kuitenkaan sisällä määrällisiä päästövähennystavoitteita (YK, 1992).

Kioton pöytäkirja ja Pariisin ilmastosopimus ovat tähän asti kansainvälisesti merkittävimmät ilmastosopimukset, jotka täydentävät YK:n ilmastosopimusta. Ympäristötaloustieteen kirjallisuudessa niiden tehokkuudesta ilmaston lämpenemisen hillitsemisessä on esitetty kritiikkiä. Barrett (1998) arvostelee Kioton pöytäkirjaa siitä, ettei se kannusta maita osallistumaan tai noudattamaan asetettuja tavoitteita, sillä kehittyvien maiden jättäminen sopimuksen ulkopuolelle vääristää sopimuksesta saatavaa kulu/tuotto-suhdetta. Nordhausin (2015) mukaan Kioton pöytäkirjan kaltaisiin, pelkästään määrällisiin päästövähennyksiin keskittyvien kansainvälisten ilmastosopimusten lopputulema muokalee luvussa 2.2.2. kuvattua vangin dilemma -peliä. Almer ja Winkler (2017) arvostelevat Pariisin ilmastosopimusta siitä, että Kioton pöytäkirjan tavoin se ei aseta pakkokeinoja vapaamatkustamisen välttämiseksi, vaan perustuu pitkälti maiden vapaaehtoiisiin toimiin. Nieto ja muut (2018) argumentoivat, että Pariisin ilmastosopimus nojaa 41,4 prosenttia ulkopuolisen rahoituksen varassa, mikäli ilmaston lämpeneminen halutaan pitää alle tavoitellun 2°C:n. Seuraavaksi tarkastellaan näiden kahden sopimuksen pääpiirteitä ja eroavaisuuksia.

### **3.1.1 Kioton pöytäkirja ja määrälliset päästövähennystavoitteet**

Kioton pöytäkirja on ensimmäinen kansainvälinen ilmastosopimus, joka pyrkii rajoittamaan kasvihuonekaasujen päästöjä. YK:n ilmastosopimusta täydentävä Kioton pöytäkirja velvoittaa sen ratifioineet kehittyneet teollisuusmaat, kasvihuonekaasujen päästöjen määrälliseen rajoittamiseen yksilöllisten tavoitteiden mukaisesti (YK:n Kioton pöytäkirja

3 art.). Kioton pöytäkirja hyväksyttiin vuonna 1997, ja se astui voimaan vuonna 2005. Pöytäkirjan on ratifioinut 192 osapuolta. (YK, 2021b.)

YK:n Kioton pöytäkirjan (3 art.) mukaan ensimmäisellä sopimuskaudella 2008–2012 teollisuusmailta edellytettiin vähintään viiden prosentin kokonaispäästövähennyksiä verraten vuoden 1990 tasoihin. Toisesta sopimuskaudesta vuosille 2013–2020 sovittiin vuonna 2012, jossa sopimusmailta edellytettiin vähintään 18 prosentin kokonaispäästövähennyksiä verraten vuoden 1990 tasoihin (YK:n Kioton pöytäkirjan Dohan muutossäädös 3 art.). Kioton pöytäkirjan ensimmäisellä sopimuskaudella kasvihuonekaasujen päästöjään sitoutui vähentämään 38 osapuolta (YK:n Kioton pöytäkirja, liite B). Toisella sopimuskaudella osapuolia oli jäljellä enää 34, ensimmäisellä sopimuskaudella mukana olleiden Venäjän, Japanin, Uuden-Seelannin ja Kanadan jäädessä pois (YK:n Kioton pöytäkirjan Dohan muutossäädös 1 art.). Dohan muutossäädös ei kuitenkaan koskaan astunut voimaan, sillä tarpeeksi moni osapuolista ei hyväksynyt muutossäädöstä (YK, 2021b).

Kioton pöytäkirjan osapuolille asetettuihin määrällisiin maakohtaisiin päästövähennystavoitteisiin oli tarkoitus päästä kansallisesti asetetuilla tai yhdessä päätetyillä toimilla. YK:n Kioton pöytäkirjan (7. art.) velvoitti maat vuosittain raportoimaan kasvihuonekaasupäästöistään YK:n ilmasopimuksen sihteeristölle. Kioton pöytäkirja piti sisällään joustomekanismeja, joiden tarkoitus oli täydentää kansallisia päästövähennystoimia, mutta vähennystoimet eivät saaneet perustua ainoastaan mekanismeihin. Kioton mekanismeja olivat yhteistoteutus, puhtaan kehityksen mekanismi ja kansainvälinen päästökauppa (YK:n Kioton pöytäkirja 11. art.; 12.art.; Ympäristöministeriö, 2021).

Kioton pöytäkirjan vaikutuksista kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseen on kirjallisuudessa esitetty erilaisia empiirisiä tuloksia. Aichele ja Felbermayr (2012; 2013) sekä Grunewald ja Martinez-Zarzoso (2016) esittävät, että mailla, jotka sitoutuivat Kioton määrällisiin päästövähennystavoitteisiin, on alhaisemmat hiilidioksidipäästöt, kuin tilanteessa, jossa päästövähennystavoitteita ei olisi asetettu. Empiirisissä tutkimuksissa löy-

dettiin jopa tilastollinen merkitsevyys keskimäärin 7–10 prosentin hiilidioksidipäästövähennyksille. Aichele ja Felbermayr (2012) kuitenkin toteavat, että hiilidioksidipäästöjen vähennyksistä huolimatta, maiden hiilijalanjälki tarkasteluajanjaksolla ei pienentynyt. Khan ja Sovacool (2016) tutkivat kaupunkialueiden vapaaehtoisia kasvihuonekaasujen päästöjen vähennystoimia, ja havaitsivat tilastollisella merkitsevyydellä Kioton sopimukseen sitoutuneiden maiden kaupunkien päässeen parempiin päästövähennyksiin Kioton sopimuksen voimaantulon jälkeen. Tutkimuksessa tarkastelluista neljästä maasta ja niiden kaupungeista ainoastaan Kanada ja Ruotsi kuuluivat Kioton sopimukseen, joten huomioitakoon, ettei kyseinen otos ole kovin suuri.

Almer ja Winkler (2017) sen sijaan eivät empiirisessä tutkimuksessaan löydä todistetta sille, että maailman 15 suurimpien päästöjen aiheuttajien kasvihuonekaasujen päästöt olisivat vähentyneet vuosina 1998–2011 Kioton sopimuksessa asetettujen määrällisten päästövähennystavoitteiden myötä. Tutkimuksen perusteella kyseiset maat aiheuttivat päästöjä tutkimusajanjaksolla yhtä paljon, kuin ne olisivat aiheuttaneet ilman päästövähennystavoitteita. Tutkimuksessa 15 tarkasteltavan maan dataa verrataan Yhdysvaltojen osavaltioiden dataan muiden Annex B-maiden ulkopuolisten maiden sijaan, sillä Kioton sopimuksen ulkopuolisista maista Yhdysvallat muistuttaa rakenteellisesti eniten Kioton sopimuksen teollisuusmaita.

Positiivisemmän tuloksen esittäneet Aichele ja Felbermayr (2012) vaihtoehtoisesti tutkivat 40:tä maata, jossa Kioton sopimusosapuolet saavat Kioto-tekemuuttujalle arvon 1, ja vastaavasti Kioton ulkopuoliset maat saavat arvon 0. Tutkimuksessa Kioton sopimusmaiden päästöjä verrataan sopimuksen ulkopuolisten maiden päästöihin sopimuksen voimaan astumista edeltävällä periodilla 1997–2000 sekä sopimuksen ollessa voimassa periodilla 2004–2007. Samaten Grunewald ja Martinez-Zarzoso (2016) vertaavat Kioton sopimusmaiden päästöjä Kioton ulkopuolisiin, rakenteeltaan samankaltaisiin maihin, ajanjaksolla 1992–2009, 170 maan otoksessa. Menetelmätavan valinnalla on siis vaiku-

tusta siihen, minkä suuntaisia tuloksia Kioton sopimuksen todellisista päästövähennysvaikutuksista saadaan. Joka tapauksessa, Kioton sopimustavoitteisiin sitoutumisella ei suoraviivaisesti voida perustella kansallisten päästövähennysten syitä.

Aichelen ja Felbermayrin (2013) mukaan Norjassa ja Espanjassa päästöt nousivat yli 20 prosenttia, kun taas Belgiassa ja Saksassa päästöt laskivat noin 8 prosenttia Kioton sopimuksen voimaantuloa edeltävän ja ensimmäisen sopimuskauden välisenä aikana. Maat kuten Ranska, Iso-Britannia, Saksa ja Japani saavuttivat päästövähennystavoitteensa ensimmäisellä sopimuskaudella (Grunewald & Martinez-Zarzoso, 2016; Kuramochi, 2015). Zia (2013, s. 1) väittää Kioton sopimuksen epäonnistuneen jo siinä vaiheessa, kun maailman silloinen suurin kasvihuonekaasujen päästöjen tuottaja, Yhdysvallat, ei ratifioinut sopimusta. Lisäksi suurten päästöjen aiheuttajien kuten Kanadan ja Venäjän poisjääminen ensimmäisen sopimuskauden päätteeksi murensi sopimus pohjaa entisestään (Zia, 2013, s. 1). Kioton sopimuksen voidaan nähdä kansainvälisesti epäonnistuneen sopimusosapuolien sitouttamisessa päästöjen vähentämistoimenpiteisiin, sillä toinen sopimuskausi ei koskaan astunut voimaan, ja maailman suurimmat päästöjen aiheuttajat jäivät sopimuksen ulkopuolelle. Nordhausin (2013, s. 247) mukaan Kioton sopimusosapuolet kattoivat vuonna 2012 noin yhden viidesosan maailman kasvihuonekaasujen päästöistä. Lisäksi samanaikaisesti sopimuksen ulkopuolisessa Kiinassa päästöt kasvoivat kiihtyvällä tahdilla (Nordhaus, 2013, s. 247). Empiiriset löydökset kuitenkin osoittavat, että maiden välisessä ilmastokunnianhimosssa on havaittavissa eroja, ja joissakin maissa sopimustavoitteet saavutettiin - Kioton vapaamatkustukselle alttiista sopimusrakenteesta huolimatta.

### **3.1.2 Pariisin ilmastopimus ja kansalliset panokset**

Uudesta ja oikeudellisesti sitovasta Pariisin ilmastopimuksesta sovittiin YK:n ilmastopimukseen osapuolikokouksessa joulukuussa 2015, ja se astui voimaan vuonna 2016 voimaantulokynnyksen ylittyessä. Pariisin ilmastopimus täydentää vuonna 1992 solmittua YK:n ilmastopimusta, ja se koskee vuoden 2020 jälkeistä aikaa (YK:n Pariisin



ilmastosopimus 1. art.). Pariisin ilmastopimuksen on ratifioinut tällä hetkellä 191 YK:n ilmastopimuksen 197 osapuolesta (YK, 2021c).

Pariisin ilmastopimuksen tavoitteena on rajoittaa maapallon keskilämpötilan nousu 1,5°C:een esiteollisesta ajasta, ja pyrkiä pitämään lämpeneminen selvästi alle 2°C:n (YK:n Pariisin ilmastopimus 2. art.). Maailmanlaajuisten kasvihuonekaasujen päästöjen huippu tulisi saavuttaa mahdollisimman pian, jonka jälkeen päästöjen tulisi kääntyä laskuun, niin että kasvihuonekaasujen päästöt ja nielut olisivat tasapainossa vuosisadan jälkipuoliskolla (YK:n Pariisin ilmastopimus 4. art.). Sopimuksen osapuolien tulee kansallisella tasolla asettaa tavoitteet tämän pitkäaikaisen keskilämpötilatavoitteen saavuttamiseksi.

Toisin kuin Kioton pöytäkirjassa, sopimusosapuolilta ei edellytetä suhteellisia määrällisiä päästövähennyksiä, vaan maat sitoutuvat laatimaan ja saavuttamaan kansallisesti asettamansa päästövähennystavoitteensa, niin sanotut kansalliset panokset. Kansalliset panokset ilmoitetaan julkiseen rekisteriin, jota YK:n ilmastopimussihteeristö ylläpitää, ja osapuolilta veloitetaan läpinäkyvää ja avointa raportointia. Kansalliset panokset asetetaan viiden vuoden ajanjaksolle kerrallaan, ja niiden tulisi muuttua kunnianhimoisemmiksi kaikkien osapuolten kohdalla sopimuskaudelta toiselle siirryttäessä. Kansallisten panosten lisäksi maita kehoitetaan pitkäaikaisten alhaisten kasvihuonekaasujen päästöjen kehitysstrategioiden laadintaan, joilla asetetaan pitkäaikaiset tavoitteet kansallisille panoksille. Pitkäaikaiset kehitysstrategiat perustuvat vapaaehtoisuuteen, toisin kuin kansalliset panokset. (YK:n Pariisin ilmastopimus 4. art.)

Pariisin ilmastopimus eroaa Kioton pöytäkirjasta myös siten, että siinä ilmastotoimia ei edellytetä ainoastaan kehittyneiltä teollisuusmailta, vaan myös kehittyvät maat ovat mukana sopimuksessa. 191 osapuolta on mukana Pariisin ilmastopimuksessa, tehden siitä sitovuudeltaan laajimman ilmastopimuksen tähän mennessä. Kansallisten panosten luoma alhaalta-ylös koalitio on mahdollistanut mahdollisimman monen mukaantulon sopimukseen (Bel & Teixedó, 2020). YK:n Pariisin ilmastopimuksen (9.art.) kehottaa

kuitenkin kehittyneitä maita tarjoamaan vapaaehtoista, rahoituksellista, teknologian kehittämiseen ja ilmastokapasiteetin rakentamiseen liittyvää avustusta kehittyville maille, jotka ovat kaikista haavoittuvaisimpia ilmaston lämpenemisen seurauksille. Tämä on perusteltua, sillä ilmastomuutoksesta aiheutuvat ongelmat, kuten säiden ääri-ilmiöt, ovat seurauksiltaan kaikkein haitallisimpia kaikista köyhimmille, eli kehittyvien maiden asukkaille (Stern, 2007; IPCC, 2018). Samanaikaisesti kuten esitetty aiemmin, suurin osa historiallisista kasvihuonekaasujen päästöistä on kehittyneiden OECD-maiden aiheuttamia.

Monien matalan tulotason maiden sitoumukset ovatkin riippuvaisia kansainvälisestä rahoituksesta ja teknologisesta tuesta. Rosen, Richelsin, Blandfordin ja Rutherfordin (2017) mukaan Pariisin ilmastosopimuksen osapuolet, joiden sitoumukset riippuvat kehittyneiden maiden avusta, tai maat, joilla ei ole ollenkaan sitoumuksia, aiheuttavat 30 prosenttia maailmanlaajuisista päästöistä, ja kattavat yli 50 prosenttia maailman väkiluvusta. Näiden maiden väkiluvun, ja siten osuuden maailmanlaajuisista päästöistä, odotetaan edelleen kasvavan tulevaisuudessa. Matalan tulotason maiden sitouttaminen ja kehittyneiden maiden vapaaehtoinen avustus kehittyville maille ovat siten erittäin tärkeitä Pariisin ilmastosopimuksen tavoitteiden saavuttamisen kannalta.

Nieto ja muut (2018) arvostelevat Pariisin ilmastosopimusta siitä, että kontrollointi- ja rankaisujärjestelmän puuttuessa, vain noin viidesosa sopimusosapuolista viestii selkeästi ilmastotoimistaan ja päästöistään ja noin kymmenesosa rahoituksestaan. Bel ja Teixidó (2020) nostavat esiin ongelmallisuuden kansallisten panosten vertailukelpoisuudessa: jotkin maat asettavat päästötavoitteensa suhteessa historiallisesti kumuloituneisiin päästöihin, kun taas toiset käyttävät BAU eli *business as usual* -tavoitetta, jossa suhteelliset päästövähennykset pyritään tekemään tulevaisuuden skenaarioon verraten. Lisäksi jotkin maat ilmaisevat tavoitteensa päästöinä asukasta kohden, kun taas toiset käyttävät päästöt per BKT -mittaustapaa. King ja van den Berg (2019) luettelevat näiden tavoiteta-  
pojen lisäksi vielä absoluuttiset päästövähennystavoitteet sekä sellaiset kansalliset panokset, joissa määrällisiä päästövähennystavoitteita ei ole suoranaisesti määritelty. Nämä kansallisten panosten vertailukelpoisuuteen ja tavoitteiden raportointiin liittyvät

ongelmat vaikeuttavat myös pitkän aikavälin lämpötilatavoitteiden saavuttamisen seuranta.

Kuten esitetty aiemmin, nykyiset kansalliset panokset eivät ole riittävän kunnianhimoisia; tämänhetkisiä kansallisia panoksia tulisi kiristää, jotta maailman keskilämpötila ei nousisi vuosisadan loppuun mennessä arviolta 3°C esiteollisesta ajasta (UNEP, 2020). Tästä huolimatta monet suuret päästöjen aiheuttajat eivät ole palauttaneet päivitettyjä kansallisia panoksia, eikä Aasian maiden hiilineutraaliuuteen tähtäävät tavoitteetkaan yksinään riitä 1,5°C:n tavoitteeseen pääsemisessä (Burck ja muut, 2021). Robiou du Pont ja Meinshausen (2018) sekä Holz ja muut (2018) kuitenkin havaitsivat huomattavia eroja maiden välisten kansallisten panosten kunnianhimoissa: toiset maat ylittävät reilut osuutensa, kun taas toiset ovat kaukana reilun osuutensa täyttämisestä.

Pariisin ilmastopöytäkirja ei ole vielä ratkaissut vapaamatkustajan ongelmaa, vaikka sitä pidetäänkin ilmastopöytäkirjan merkittävimpänä kulmakivenä. Kansallisten panosten erot kuitenkin kielivät siitä, että ilmastokunnianhimon tai sen puutteen taustalla on sopimusrakenteen ulkopuolisia tekijöitä.

### **3.2 Itsenäistä ilmastopolitiikkaa**

Yhteistyöhön pyrkivän ilmastopöytäkirjan vaihtoehtona on itsenäinen ilmastopöytäkirjatekijä, jossa ei noudateta kansainvälistä tai kansallista ilmastopöytäkirjalinjaa. Kansainvälisiin ilmastopöytäkirjoihin ei haluta sitoutua esimerkiksi valta-aseman tai talouskehityksen vaarantumisen pelossa. Tällaista päätöksentekoa voidaan verrata luvussa 2.2.2 kuvattuun rationaalisen egoistin toimintaan, jossa vain objektiivisilla tuotoilla on merkitystä. Toisaalta itsenäinen ilmastopolitiikka voi olla myös keino toteuttaa erottuvasti kunnianhimoisempaa ilmastopolitiikkaa. Kiinan yhä aktiivisempaa roolia ilmastopolitiikassa voidaan pitää kansallisena esimerkkinä autoritäärisestä ympäristönsuojelusta (Engels,

2018). Kalifornian osavaltio Yhdysvalloissa ja Tokion metropolialue Japanissa ovat esimerkkitapauksia kansallista ilmastopolitiikkaa kunnianhimoisemmasta paikallisesta päätöksenteosta.

Yhdysvallat on historiallisesti yksi suurimmista päästöjen aiheuttajista, mitä heijastaa myös liittovaltion suhteellisen vähäinen ilmastomyönteisyys. Yhdysvallat on ollut CCPI-pisteytyksen viimeisellä sijalla vuosina 2020–2021, ja sitä edeltävinä vuosina listan loppupäässä erittäin matalan kunnianhimon maiden joukossa (Burck ja muut, 2021). Erityisen itsenäistä, ilmastomuutoksen kiistävää politiikkaa Yhdysvallat harjoitti Donald Trumpin presidenttikaudella. Trump nimitti ilmastomuutoksen kieltäjiä vaikutusvaltaisiin virkoihin, perui edeltäneen presidentti Obaman *Climate Action Plan* -ilmastosuunnitelman, lopetti valtion rahoituksen ilmastosidonnaisiin rahastoihin ja Nobelin rauhanpalkinnon voittaneelle ilmastomuutoskomitealle, edisti fossiilisten energialähteiden teollisuutta, ja vetäytyi Pariisin ilmastosopimuksesta (Selby, 2019). Luvussa 2.1 kuvattu Ei yhteistyötä -tasapaino selittääkin Yhdysvaltojen ilmastopäätöksentekoa Trumpin hallintokaudella varsin tehokkaasti malliin kohdistuvista epärealistisista oletuksista huolimatta. Trumpin hallinto pyrki maksimoimaan ensisijaisesti Yhdysvaltojen taloudellista hyvinvointia, ja mielsi ilmastotoimet tätä tavoitetta rasittavina vaihtoehtoiskustannuksina (Workman, Blashki, Bowen, Karoly & Wiseman, 2020). Esimerkiksi liittovaltion virastojen tuli tarkastella olemassa olevia säädöksiä, jotka rasittavat minkä tahansa kotimaisesti tuotetun energialähteen kehitystä (Workman ja muut, 2020).

Trumpia edeltäneen presidentti Obaman hallinto pyrki uudistamaan kansallisten ja kansainvälisten fossiilisten polttoaineiden valtiontukia, mutta näennäisistä yrityksistä huolimatta Yhdysvaltojen kaivosteollisuus hyötyy edelleen vuosittain noin 2 miljardin dollarin valtiontuista (OECD, 2015). Selby (2019) täsmentää, ettei Trumpin hallinto aloittanut öljy- ja kaasuteollisuuden tuotannon vallankumousta Yhdysvalloissa, vaan liuskeöljytuotannon ("vesisärötyksen") ja uusien poraustekniikoiden kehittyminen on näiden teollisuudenalojen räjähdysmäisen kasvun taustalla, mikä sai alkunsa jo Obaman hallintokau-

della. Obaman hallinto ei kiistänyt ilmastonmuutoksen olemassaoloa tai vähätellyt kansainvälisen yhteistyön merkitystä yhtä näkyvästi kuten Trumpin hallinto. Obaman hallinnon aikainen energiapolitiikka mahdollisti kuitenkin fossiilisten polttoaineiden tuotannon laajenemisen Yhdysvalloissa (Selby, 2019; Workman ja muut, 2020). Vuodesta 2007 vuoteen 2017 Yhdysvaltojen öljyntuotanto kasvoi 121% ja maakaasun tuotanto kasvoi 52% (IEA, 2019). Tästä voidaan päätellä, että ei yhteistyötä -tasapainoon, tai rationaalisen egoistin strategiaan ei päädytä pelkästään hallinnollisista syistä, vaan myös maan teollisuuden, ja Yhdysvaltojen tapauksessa erityisesti energiateollisuuden, rakenteella on merkitystä. Yhdysvalloissa fossiiliset energialähteet, erityisesti öljy ja maakaasu, dominoivat kotimaista tuotantoa ja kulutusta, ja jopa 98% energian tarjonnasta tuotettiin kotimaisilla markkinoilla vuonna 2017 (IEA, 2019). Voidaan siis ajatella, että Yhdysvalloissa öljy- ja kaasuteollisuuden yritykset ja niiden työllistämät työntekijät sekä erilaiset etujärjestöt muodostavat vaikutusvaltaisen ryhmän ( $\alpha_1$ ), jonka mieltymyksiä liittovaltio on tukenut päätöksenteossaan esimerkiksi ilmastoaktivistiryhmien ( $\alpha_2$ ) mieltymyksiä enemmän ( $\alpha_1 > \alpha_2$ ).

Toisaalta Kalifornian osavaltio Yhdysvalloissa on edelläkävijä liittovaltion hidastempoisella ilmastopolitiikan kentällä. Kalifornia oli ensimmäinen osavaltio, joka sääsi lain rajoittamaan ajoneuvojen kasvihuonekaasujen päästöjä 2000-luvun alkupuolella. Lisäksi Kaliforniassa edellytetään, että osa energian kokonaistuotannosta tuotetaan uusiutuvista energialähteistä, osavaltiossa on käytössä päästökiintiökauppa-ohjelma ja on asetettu standardeja ”vihreille” rakennuksille, kuin myös tavoitteita kaupunkien vedenkulutuksen vähentämiseksi. (Bedsworth & Hanak, 2013.) Paikallisella ilmastokunnianhimolla voi olla positiivinen vaikutus myös kansallisen ilmastopäätöksenteon kunnianhimoisuuteen. Esimerkiksi Kalifornian kasvihuonekaasujen päästörajoitukset ajomailia kohti ovat kiristäneet vastaavia rajoituksia myös liittovaltiotasolla (Goulder & Stavins, 2011).

Mazmanianin, Jurewitzin ja Nelsonin (2020) mukaan Kalifornian kunnianhimoisen ilmastopäätöksenteko kulminoituu neljään asiaan: kalifornialaisten preferensseihin, osaval-

tion lailliseen auktoriteettiin, joka mahdollistaa liittovaltion linjasta poikkeamisen ja siten itsenäisen ilmastopolitiikan, hallinnolliseen ja tekniseen kapasiteettiin sekä tehokkaaseen lainsäädännön toimeenpanoon. Bedsworth ja Hanak (2013) painottavat paikallisen päätöksenteon tehokkuutta Kalifornian ilmastokunnianhimon taustalla, ja tutkivat regressiomallinnuksella syitä onnistuneen paikallisen ilmastopäätöksenteon taustalla vuosina 2008 ja 2010. Tutkimuksessa havaitaan, että suurempi väkiluku maakunnissa ja kunnissa, kotitalouksien tulotaso, kunnallinen määräysvalta, ja maakunnat lisäävät ilmastosääntelyä, kun taas puolueelliset asenteet (republikaanien määrä) vähentävät kysyntää ilmastosääntelylle. Suurempi väkiluku tuo skaalautuvuutta, ja helpottaa tarvittavan rahoituksen saamista erilaisten ympäristöohjelmien käynnistämiseksi ja ylläpitämiseksi. Lisäksi kotitalouksien tulotaso lisää asukkaiden mahdollisuuksia tukea taloudellisesti erilaisia ympäristöohjelmia. Tulokset ovat kiinnostavia, sillä myös tässä tutkielmassa tutkitaan muun muassa tulotason ja kaupungistumisen vaikutuksia ilmastokunnianhimoon kansallisella tasolla. Puolueellisten asenteiden vaikutus ilmastopolitiikkaan kertoo taas demokraattisesta päätöksentekoprosessista, jossa asukkaiden mieltymykset vaikuttavat päätöksenteon suuntaan. Paikalliset rakennetekijät eivät siis välttämättä poikkea niistä kansallisista rakennetekijöistä, jotka vaikuttavat ilmastopäätöksenteon kunnianhimoisuuteen.

Kalifornian osavaltion tavoin myös Japanissa Tokion metropolialue on esimerkki kansallista ilmastopolitiikkaa kunnianhimoisemmasta ilmastopäätöksenteosta paikallisella tasolla. Japani on viimeisimmän CCPI-listauksen sijalla 45/61, lukeutuen matalan ilmastokunnianhimon maiden joukkoon (Burck ja muut, 2021). Kansallisesti matalasta ilmastokunnianhimesta huolimatta, Tokio on poikkeus. Tokiossa otettiin vuonna 2010 käyttöön päästökiintiökauppa, joka oli aikansa ensimmäinen hanke, joka asetti sitovia tavoitteita rakentamiselle (Roppongi, Suwa & Puppim de Oliveira, 2017). Vuoteen 2018 mennessä päästökiintiökauppa on vähentänyt kasvihuonekaasujen päästöjä Tokiossa 27% lähtötasosta (TMG, 2020a). Päästökiintiökauppa on jaettu viiden vuoden jaksoihin, joista jokaiselle on asetettu oma päästövähennystavoitteensa lähtötasoon verraten. Toisen pe-

riodin (2015–2019) tavoite oli 17%, joka ylitettiin, ja kolmannen periodin tavoite saavutettiin ennen sen alkua (TMG, 2020b). Tokion päästökaupassa yrityksiä myös rangaistaan vapaamatkustamisesta; mikäli yritys ei pääse päästövähennystavoitteisiinsa, niitä kiristetään, ja jos siitä huolimatta yritys laiminlyö kiristetyt tavoitteet, seuraa siitä sakko \$5000 asti (Kuramochi, 2015). Japanissa on ollut myös kansallisia päästövähennystavoitteita ja lakialoitteita, mutta ne eivät ole Tokion päästökaupan tavoin onnistuneet vähentämään kasvihuonekaasujen päästöjä asetettujen tavoitteiden mukaisesti (Kuramochi, 2015). Kuramochi (2015) arvostelee Japanin kansallisia ilmastotavoitteita siitä, että niiden saavuttamiseksi ei ole kehitetty sitovaa lainsäädäntöä. Roppongi ja muut (2017) listaavat Tokion edistyksellisen ilmastopolitiikan syiksi johtajuuden ja paikallisen hallinnon kapasiteetin, poliittisen kilpailun keskitetyn (valtiotason) ja paikallisen päätöksenteon välillä, sidosryhmien osallistamisen päätöksentekoon sekä historiallisen datan hyödyntämisen neuvotteluissa. Japanin uusin kansallinen tavoite hiilineutraaliudesta vuoteen 2050 mennessä onkin saattanut saada vaikutteita Tokion kunnianhimoisesta ilmastopäätöksenteosta.

Peliteoreettisesta näkökulmasta voidaan ajatella, että Kalifornian osavaltiossa ja Tokion metropolialueella päättäjistä suurempi osa on ollut luvussa 2.2.2 kuvattuja sääntöjä noudattavia pelaajia (ehdollisia yhteistyön kannattajia tai rankaisun kannattajia), kuin rationaalisia egoisteja, jolloin myös uudet päättäjät ovat omaksuneet aikaisemmillä kierroksilla toimineen strategian toistuvassa vangin dilemma -peliasetelmassa. Todennäköisesti edistynyt ja demokraattinen hallinto, kotitalouksien keskimääräisen korkea tulotaso ja suuri väkiluku kaupungeissa ovat edistäneet kehitystä, jossa päättäjät eivät ole kiinnostuneita ainoastaan objektiivisista tuotoista. Päästökauppaan liittyvä hintamekanismi on myös itsessään tehokas tapa välttää vapaamatkustamista, ja näin ylläpitää kunnianhimoisempaa päätöksentekoa. Weitzman (2014) argumentoi, että hintoihin liittyy vain yksi ulottuvuus, jolloin niiden tuoma kannustin on kaikille osapuolille sama, toisin kuin pelkästään määrällisten päästövähennystavoitteiden kohdalla.

Lisäksi itsenäisen, ja autoritääriseksi luonnehditun, ilmastopäätöksenteon esimerkkinä voidaan pitää Kiinaa, joka on toistaiseksi maailman suurin kasvihuonekaasujen päästöjen aiheuttaja. Kiina ohitti Yhdysvallat maailman suurimpana päästöjen aiheuttajana vuonna 2007, ja vastaa tänä päivänä noin 28-30% maailman kasvihuonekaasujen päästöistä (Crippa ja muut, 2019). Viimeisimmässä CCPI-listauksessa Kiina sijoittui sijalle 33/61, matalan kunnianhimon maiden joukkoon (Burck ja muut, 2021). Vielä vuoden 2018 CCPI-listauksessa Kiina oli sijalla 41/60, mikä kertoo suhteellisen nopeasta ilmastokunnianhimon kehityksestä maailman väkirikkaimmassa valtiossa (Burck ja muut, 2018). Kiinan viiden vuoden poliittisiin suunnitelmiin otettiin vuonna 2006 mukaan sitovat tavoitteet kasvihuonekaasujen päästöjen vähentämiseksi ja energiatehokkuuden parantamiseksi (Zhang, Orbie & Delputte, 2019). Tämä oli ajassaan merkittävä poliittinen uudistus, ottaen huomioon, ettei Kiina kuulunut Kioton ilmastopöytäkirjaan. Ajanjaksolla 2000–2013 hiilen kulutus Kiinassa kuitenkin lähes kolminkertaistui (Qi, Green, Wu, Lu & Stern, 2016). Vuonna 2017 Kiinassa otettiin käyttöön markkinamekanismin perustuva, hiilidioksidipäästöjä säätelevä kansallinen päästökauppa (Zhang ja muut, 2019). Kiinan viimeisin tavoite hiilineutraaliuudesta vuoteen 2060 mennessä on erittäin kunnianhimoinen, ottaen huomioon, että IEA:n, *International Energy Agency*, raportin (2020) mukaan Kiina on maailman suurin hiilen tuottaja, tuojana, ja kuluttajana, aiheuttaen yli puolet maailman hiilen kulutuksesta, kuluttamalla 4 miljardia tonnia hiiltä vuosittain. Lisäksi Kiina tavoittelee hiilidioksidipäästöjen huipun saavuttamista vuoteen 2030 mennessä (NDRC, 2015).

Kiinan päästövähennystavoitteet ovat olleet verrattain kunnianhimoisia, mutta maan lisääntynyt riippuvuus hiilienergiasta ja nopea talouskasvu viime vuosikymmenillä ovat hidastaneet tavoitteiden saavuttamista. Kiinassa on investoitu uusiutuvaan energiaan, ja priorisoitu ilmastomyönteistä politiikkaa jo pidempään, mikä nähdään Kiinan johtavana asemana uusiutuvan energian tuotannossa ja viennissä (Heggelund, 2021). Uusiutuvan energian osalta Kiina on CCPI-listauksen sijalla 23/61, keskitason kunnianhimon maiden luokassa (Burck ja muut, 2021). Zhangin ym. (2019) mukaan Kiinan kunnianhimoisen il-



mastopolitiikan toteuttamisen taustalla on vallan vahva keskittyminen Kiinan kommunistiselle puolueelle ja valtiotasolle. Tällöin kansallisten päätösten läpivieminen myös paikallisella tasolla on helpompaa, demokraattisten prosessien ja paikallisen määräysvallan puuttuessa. Voidaan esittää, että autoritäärisessä ilmastopäätöksenteossa eri kansalaisryhmien preferenssejä ei painoteta päätöksenteossa ( $\alpha_1 = \alpha_2 = 0$ ), vaan valtio painottaa ainoastaan omia preferenssejään ( $\alpha_3 = 1$ ). Tang, Liu ja Yi (2018) argumentoivat, ettei autoritäärinen ilmastopäätöksenteko ole kuitenkaan välttämättä pitkällä aikavälillä kestävää demokraattiseen päätöksentekoon verrattuna, sillä se saattaa johtaa riskihakuisen käytökseen, ja vähentää laadukasta ympäristöpolitiikan implementointia paikallisella tasolla. Tässä tutkielmassa tutkitaan demokratian vaikutusta kansalliseen ilmastokunnianhimoon tarkemmin tutkielman empiirisessä osiossa.

Tässä luvussa on käsitelty ilmastopäätöksenteon poliittista asettelua; miten kansainvälinen ilmastopäätöksenteko asettuu suhteessa kansalliseen ilmastopäätöksentekoon. Miten kansainväliset sopimukset ovat tähän mennessä onnistuneet kohtaamaan tavoitteensa, ja millaisia eroja maiden sitoutumisessa on ollut havaittavissa. Lisäksi käsitellään itsenäistä ilmastopolitiikkaa, ja mahdollisesti siihen johtaneita tekijöitä. Seuraavassa luvussa käsitellään rakenteellisia syitä näiden erojen taustalla perusteellisemmin.

## 4 Kansallisen ilmastokunnianhimon aiempi empiirinen kirjallisuus

Tässä luvussa tarkastellaan perusteellisemmin kansallista ilmastokunnianhimoa selittäviä rakenteellisia tekijöitä. Maiden välisissä ilmastotoimissa ja tavoitteissa on huomattavissa eroavaisuuksia, jotka eivät ole yksiselitteisesti selitettävissä kansainvälisten ilmastopimusten tehokkuudella tai vaihtoehtoisesti vapaamatkustajan ongelmalla. Seuraavaksi pohjustetaan erityisesti niitä tekijöitä, joita tarkastellaan tutkielman empiirisessä analyysissä luvussa 5.

### 4.1 Ilmastokunnianhimon mittaus

Pariisin ilmastopimuksessa maiden asettamat kansalliset panokset ohjaavat tällä hetkellä kansainvälistä ilmastopäätöksentekoa. Kuten luvussa 3.1.2 esitetään, kansallisten panosten vertailukelpoisuudessa esiintyy haasteita tavoitteiden erilaisista esitystavoista johtuen, mikä vaikeuttaa myös maan reilun osuuden määrittämistä. Lisäksi toiset, usein kehittyvät maat, asettavat useampia kansallisia panoksia riippuen ulkoisen rahoituksen saantimahdollisuuksista, kun taas kehittyneet maat asettavat useammin vain yhden kansallisen panoksen (Bel & Teixidó, 2020). Kansallista ilmastokunnianhimoa, ja kansallisten panosten monitulkintaisuutta selkeyttämään on kehitetty erilaisia mittareita, joista esimerkkejä ovat verkkotyökalut Climate Action Tracker (CAT, 2021) ja Climate Watch (Climate Watch, 2021) sekä CCPI (Burck ja muut, 2021). Tässä tutkielmassa hyödynnetään CCPI-pisteystystä ilmastokunnianhimon mittarina, sillä indeksipisteitys mahdollistaa tarkemman ilmastotoimien kunnianhimon erojen ja muutosten tarkastelun, kuin esimerkiksi mitta-asteikollinen CAT-mittaus, jossa maat on luokiteltu kuuteen eri luokkaan ilmastotoimiensa perusteella.

Vuosittain julkaistava CCPI kattaa 90 % globaaleista kasvihuonekaasujen päästöistä, ja se mittaa 57 maata sekä EU:ta. CCPI-painotusalueita ovat kasvihuonekaasujen päästöt (40% pisteytyksestä), uusiutuva energia (20% pisteytyksestä) ja energian kulutus (20% pisteytyksestä), joissa huomioidaan nykyinen taso, aiemmat trendit ja mahdollisuudet rajoittaa ilmaston lämpeneminen alle 2°C:n nykyisiin ja vuoden 2030 tavoitteisiin perustuen. Lisäksi CCPI painottaa kansallista ja kansainvälistä ilmastopolitiikkaa (20% pisteytyksestä) osana mittauksia, huomioiden, että hallinnolliset ilmasto-ohjelmat eivät heti vaikuta energiasektoriin tai päästöihin, eivätkä siten näy kvantitatiivisessa datassa. Lukuun ottamatta ilmastopolitiikkaa, CCPI:n laskenta perustuu 80% kvantitatiiviseen dataan, joka on noudettu IEA:n, *Paris Reality Check*:in (PRIMAP), *Food and Agriculture Organization*:in (FAO) ja YK:n ilmastopuitesopimuksen (UNFCCC) tietokannoista. CCPI on laskettu ainoastaan tuotantopohjaisista päästöistä, eli kansalliset päästöt lasketaan aiheutuneeksi siinä maassa, jossa ne on tuotettu. (Burck ja muut, 2021.)

CCPI-pisteytys tarjoaa kokonaisvaltaisen ja yksityiskohtaisen kuvauksen niin suunnitelluista kuin toteutuneistakin ilmastotoimista. Tørstad ja muut (2020) hyödyntävät Robiou du Pontin ja Meinshausenin (2018) dataa kansallisten panosten, ja niiden pohjalta laskettujen ilmaston lämpenemisennusteiden, tavoitteellisuudesta. Kansallisten panosten tai ilmastopolitiikan tarkastelu yksinään ilmastokunnianhimon mittarina ei kuitenkaan välttämättä kuvaa ilmastotoimien kunnianhimoisuutta realistisimmalla tavalla, sillä kuten esitetty kappaleessa 3.1.2, suuri osa Pariisin ilmastopuitesopimuksen kansallisista tavoitteista nojaa tällä hetkellä ulkopuoliseen rahoitukseen, jonka toteutumisesta ei ole taakeita (Nieto ja muut, 2018). Toisaalta pelkästään kasvihuonekaasujen päästöihin keskittyvä tarkastelu jättää huomiotta tulevaisuusnäkökulman, eikä kuvasta, mihin suuntaan ilmastotoimien tavoitteellisuus on kehittymässä. Kuten kuvattu luvussa 3.2, Kiina on esimerkki valtiosta, jossa kasvihuonekaasujen päästöt ovat maailman suurimmat, mutta samanaikaisesti pitkän aikavälin kunnianhimoinen ilmastopolitiikka on tehnyt Kiinasta edelläkävijän uusiutuvan energian teknologian tuottajana.

CCPI-pisteystystä hyödyntämällä energialähteiden osuus ja kulutus tulee huomioiduksi jo selitettävässä muuttujassa. Energialähteillä on todistettusti vaikutusta maan ilmastokunnianhimoon. Tørstad ja muut (2020) tutkivat OLS-regressioanalyysillä kansallisten tekijöiden vaikutusta maan kansallisten panosten kunnianhimoon 170:n maan otoksessa. Poikkileikkaustutkimuksessa on käytetty vuoden 2015 arvoja, ja ilmastokunnianhimon mittarina käytetään Robiou du Pontin ja Meinshausenin (2018) dataa. Tutkimuksessa osoitetaan tilastollisesti merkitsevä negatiivinen korrelaatio hiilen käyttöasteen ja kansallisen ilmastokunnianhimon välillä. Mielenkiintoinen havainto on myös se, että fossiilisten energialähteiden välillä havaitaan eroja; öljyn ja maakaasun tuotannon vaikutukset ilmastokunnianhimoon ovat vähäpätöisiä.

Lisäksi Bel ja Teixidó (2020) osoittavat tilastollisesti merkitsevän yhteyden hiilen energia-tuotannon osuuden ja kasvihuonekaasujen päästöjen välillä. Tarkasteltaessa matalan ja korkean tulotason maita erikseen, hiilen tuotannon ja päästöjen välinen positiivinen yhteys on merkitsevä enää korkean tulotason maissa. Tsaurai (2020) vastaavasti osoittaa yhteyden uusiutuvien energialähteiden kulutuksen ja vähentyneiden kasvihuonekaasujen päästöjen välillä. Tutkimuksessa tarkastellaan kasvihuonekaasujen päästöihin vaikuttavia tekijöitä 20 siirtymätaloudessa paneelidatamallinnuksella vuosilta 1996–2014.

Kuten Tørstadin ym. (2020), myös Belin ja Teixidón (2020) tutkimus on poikkileikkausarja perustuen vuoden 2015 dataan. Siinä tutkitaan kansallisen epätasa-arvon ja ilmastokunnianhimon yhteyttä regressiomallinnuksella. Selitettävä ilmastokunnianhimo on järjestysasteikollinen muuttuja, joka saa arvon 0 tai 1 sen mukaan, onko maan kansallisen panos kunnianhimoltaan matala vai korkea Meinshausenin ja Alexanderin (2017) luokituksen mukaan. Lisäksi tutkimuksessa tarkastellaan erikseen World Bankin (2015) luokituksen perustuen matalan ja korkean tulotason maita epäoikeudenmukaisuuden havainnollistamiseksi. Ilmastokunnianhimon osalta tutkimusotoksessa on mukana 116 maata.

## 4.2 Talouskehitys, demokratia ja tutkimus- ja kehitystoiminta

Epäoikeudenmukaisuus on yksi ilmastonmuutoksen haittojen pääongelmista, sillä historiallisesti kasvihuonekaasupäästöt ovat kehittyneiden teollisuusmaiden aiheuttamia, mutta ilmaston lämpenemisen seuraukset ovat vahingollisimpia kehittyville maille. Tästä johtuen talouskehityksen tarkastelu maiden ilmastokunnianhimon selittäjänä on perusteltua. Tørstad ja muut (2020) selittävät, että varakkaammilla mailla on yleensä korkeammat kasvihuonekaasujen päästöjen vähentämiskustannukset, mutta myös enemmän mahdollisuuksia ottaa näitä kustannuksia kantaakseen. Varakkaammassa maissa asukaskohtaiset päästöt ovat suurempia, mutta korkeampi BKT asukasta kohden vaikuttaa negatiivisesti maan päästöintensiteettiin (Aichele & Felbermayr, 2012). Lisäksi asukaskohtainen BKT korreloi nykyisten ja historiallisten päästöjen kanssa, koska kasvihuonekaasujen päästöt ovat historiallisesti pääosin kehittyneiden teollisuusmaiden aiheuttamia (Tørstad ja muut, 2020). Historialliset päästöt taas ovat osa CCPI-pisteytystä, joka mittaa ilmastokunnianhimoa. Aikaisemmat tutkimukset esittävät, että BKT per asukas korreloi negatiivisesti ilmastokunnianhimon kanssa (Tørstad ja muut, 2020; Bel & Teixidó, 2020).

Tørstad ja muut (2020) osoittavat tilastollisesti erittäin merkitsevän negatiivisen yhteyden asukaskohtaisen BKT:n ja kansallisten panosten kunnianhimon välillä. Mallinnuksen perusteella 1% nousu asukaskohtaisessa BKT:ssa laskee kansallisten panosten kunnianhimoa 0.38% verran. BKT:lla on negatiivinen ja tilastollisesti merkitsevä kerroin myös muilla selitettävillä muuttujilla, eli CCPI-pisteytyksellä ja CAT-mittarilla, testattaessa. Bel ja Teixidó (2020) havaitsivat myös tilastollisesti merkitsevän negatiivisen korrelaation ilmastokunnianhimon ja asukaskohtaisen BKT:n välillä. Korrelaatio on kuitenkin tilastollisesti merkitsevä ainoastaan matalan tulotason maissa, kun matalan ja korkean tulotason maita tarkastellaan erikseen. Vaihtoehtoisesti kasvihuonekaasujen päästöjen on osoitettu korreloivan positiivisesti talouskasvun kanssa kehittyvissä talouksissa (Tsaouri, 2020; Aye ja Edoja, 2017).

Ilmastokunnianhimon lisäksi Bel ja Teixidó (2020) tarkastelevat luvussa 2.3 käsitellyä EKC-hypoteesia tutkimusotoksessaan, ja hylkäävät hypoteesin käänteisestä U-mallisesta

suhteesta kasvihuonekaasujen päästöjen ja tulotason välillä. Tutkimuksessa havaitaan positiivinen ja tilastollisesti merkitsevä yhteys kasvihuonekaasujen päästöjen ja asukaskohtaisen BKT:n logaritmuuttujan välillä. EKC-hypoteesin hyväksyminen kuitenkin edellyttäisi, että samanaikaisesti asukaskohtaisen BKT:n logaritmin neliötermin ja kasvihuonekaasujen päästöjen välinen suhde olisi negatiivinen ja tilastollisesti merkitsevä.

EKC-hypoteesi on yleisesti alan kirjallisuudessa tunnustettu ilmiö, jonka olemassaolo on toistaiseksi kiistanalainen. Dindan (2004) kirjallisuuskatsauksen perusteella EKC-hypoteesi voidaan hyväksyä vain paikallisten ilmansaasteiden osalta. Kirjallisuudessa ei olla myöskään päästy yhteisymmärrykseen siitä tulotasosta, jonka jälkeen kasvihuonekaasujen päästöt kääntyisivät laskuun. Frankel ja Rose (2005) vahvistavat EKC-hypoteesin ilmansaasteiden osalta. Stern (2004) arvostelee EKC:ta siitä, että suuri osa empiirisestä kirjallisuudesta on ekonometrisesti puutteellista, ja siksi harhaanjohtavaa; huomiotta on jätetty esimerkiksi stokastiset trendit aikasarja-aineistoissa tai tiputetun muuttujan harha. Farzin ja Bond (2006) sen sijaan havaitsevat, että käänteinen U-mallinen suhde tulotason ja kasvihuonekaasujen välillä ei ole selkeästi tunnistettavissa, mutta havaitsevat, että kun ympäristöpoliittiset järjestelmät sisällytetään mallinnukseen, suhde tunnistetaan. Sarkodie ja Strezov (2018) vahvistavat EKC-hypoteesin tutkiessaan kasvihuonekaasujen päästöjen ja tulotason yhteyttä Kiinassa, Yhdysvalloissa, Australiassa ja Ghannassa uudemmassa aineistossa ajanjaksolla 1973–2013.

Myös talouskasvun positiivisten vaikutusten puolesta ympäristöön on vasta-argumenttinsa. Talouskasvun aiheuttaman, ympäristön kannalta suotuisan, skaalaefektin, on väitetty syntyvän taloudellisen kapasiteetin kasvusta (Bhagwati, 1993; Esty ja Ivnova, 2004). Vastaavasti talouskasvuun on yhdistetty koostumusefekti; tulotason kasvu saa ihmiset vaatimaan ympäristölle ystävällisempiä hyödykkeitä, mikä edelleen vaikuttaa yritysten tuotantoon ja pyrkimykseen vähentää kasvihuonekaasujen päästöjä (Dean, 2002).

Mavragani ja muut (2016) osoittavat empiirisesti positiivisen yhteyden ympäristöllisen suorituksen ja asukaskohtaisen BKT:n välillä. Tutkimuksessa on mukana 75 maata, ja siinä

tutkitaan lineaarisen regressiomallinnuksen avulla, miten erilaiset taloudelliset tekijät selittävät Yalen ympäristöllisen lain ja politiikan keskuksen kansallista ympäristöllisen suorituksen EPI-pisteytystä, vuonna 2014. Näin ollen tulos ei ole epälinjassa EKC-hypoteesiin nähden.

Ero tutkimustulosten välillä ei kuitenkaan ole kovin yllättävä. Selitettävän muuttujan valinta vaikuttaa tutkimustuloksiin: Mavraganin ym. (2016) tutkimuksen selitettävä muuttuja EPI mittaa paikallisen ympäristön laatua ja ekosysteemin elinvoimaisuutta, kun taas sekä Tørstadin ym. (2020) että Belin ja Teixidón (2020) tutkimuksissa selitettävänä muuttujana on kansallisten panosten kunnianhimo, ja niiden pohjalta ennustettu ilmaston lämpeneminen. Kansallisten panosten kunnianhimossa on huomioitu myös historialliset kasvihuonekaasujen päästöt, kun taas EPI huomioi tämänhetkisen paikallisen ympäristönsuojelun. Kehittyneiden maiden aiheuttamat päästöt eivät suoraan myöskään vaikuta niiden paikalliseen ympäristöön, eikä siten myöskään EPI-pisteytykseen, sillä ilmastonmuutoksen seuraukset, kuten säiden ääri-ilmiöt koskettavat eniten kehittyviä maita. Kehittyneiden maiden aiheuttamat historialliset päästöt ovat todennäköisesti myös alentaneet kehittyvien maiden EPI-pisteytystä ilman, että ne ovat itse voineet vaikuttaa siihen. Huomionarvoista on myös se, että kehittyneillä mailla on paremmat edellytykset paikalliseen ympäristönsuojeluun, mikä ei kuitenkaan suoraan selitä kunnianhimoa alentaa kasvihuonekaasujen päästöjä.

Huomioiden tutkielman selitettävä muuttuja, joka on historialliset päästöt ja ilmastopolitiikan huomioiva CCPI-pisteytys, voidaan olettaa, että talouskasvu ja ilmastokunnianhimo korreloivat negatiivisesti keskenään ( $H_1$ ). Lisäksi tutkielmassa testataan EKC-hypoteesin paikkansapitävyyttä tutkimusaineistolle, mutta tässä tutkielmassa testataan niin sanottua "käänteistä EKC-hypoteesia", sillä ilmastokunnianhimo käyttäytyy päinvastaisesti kasvihuonekaasujen päästöjen kanssa, jolloin oletetaan suhde U-malliseksi.

Talouskehityksen lisäksi demokratian asteella on ilmeisesti vaikutusta kansalliseen ilmastokunnianhimoon. Kuten havainnollistettu luvussa 2.3, mitä demokraattisempi hallinto

maassa on, sitä todennäköisemmin kansalaisten mieltymykset heijastuvat päätöksenteoon, ja edelleen ympäristöllinen lainsäädäntö kehittyy. Poliittisilla päättäjillä demokratioissa on todennäköisemmin kannustin huomioida yhteiskunnalliset preferenssit, ja edelleen tuottaa ilmastorelevantteja julkishyödykkeitä toisin kuin autokraattisilla päättäjillä (Farzin & Bond, 2006). Eliitit ovat vaikutusvaltaisempia autokraattisissa valtioissa (Bättig & Bernauer, 2009). Hyvin toimivat instituutiot vähentävät poliittista epävarmuutta, minkä on osoitettu myös johtavan pitkän aikavälin talouskehitykseen, kun taas poliittinen epävarmuus korreloi negatiivisesti talouskehityksen kanssa (Prochniak, 2013). Demokratia edistää siis edellytyksiä talouskasvulle, jonka vaikutus ilmastokunnianhimoon oletetaan pääosin negatiiviseksi historiallisesti aiheutettujen kasvihuonekaasujen päästöjen vuoksi.

Demokraattisia instituutioita on myös arvosteltu hidasliikkeisyydestä ilmastopolitiikan suhteen, eri äänestysryhmien lyhytaikaisten tarpeiden suosimisen vuoksi (Jamieson, 2014; Runciman, 2018). Gilley'n (2012) autoritaarisen ympäristönsuojelun -teorian mukaan autoritääriäinen ilmastopolitiikka voi parhaimmillaan olla demokraattista päätöksentekoa tehokkaampaa keskitetyn vallankäytön, suuren kontrollin ja kansalaisten yleisen mielipiteen sivuuttamisen vuoksi. Kuten kuvattu luvussa 3.2, Kiinan yhä aktiivisempaa roolia ilmastopäätöksenteossa pidetään esimerkkinä autoritaarisesta ympäristönsuojelusta (Engels, 2018).

Demokratian yhteyttä paikalliseen ympäristöön on tutkittu alan kirjallisuudessa ilmastokunnianhimoa laajemmin. Farzin ja Bond (2006) tutkivat regressiomallinnuksella ympäristön laatuun vaikuttavien indikaattoreiden yhteyttä ilmansaasteisiin (typpioksidit, haihtuvat orgaaniset yhdisteet, rikkioksidit ja hiilidioksidi) ajanjaksolla 1980–1998, yli 200 maan otoksessa. Tutkimus tukee empiirisesti hypoteesia siitä, että demokratia parantaa ympäristön laatua. Samoin Yoon (2014) sekä Mavragani ja muut (2016) todistavat positiivisen korrelaation hallinnollisten indikaattoreiden ja ympäristöllisen suoriutumisen vä-



lillä. Yoon (2014) tutkii 118 maan otosta vuosille 2000–2010 sijoittuvassa aikasarja-analyyseissä. Molemmista tutkimuksista selitettävä muuttuja on EPI-pisteitys, mutta demokratian mittarina on käytetty eri lähteiden dataa.

Suuri osa empiirisestä kirjallisuudesta keskittyy hiilidioksidipäästöjen ja demokratian väliseen yhteyteen. Myös näitä tuloksia on perusteltua tarkastella, sillä historialliset hiilidioksidipäästöt vaikuttavat suoraan kansalliseen ilmastokunnianhimoon tämän tutkielman ilmastokunnianhimoa mittaavassa CCPI-pisteityksessä. Tarkasteltaessa hiilidioksidipäästöjen ja demokratian yhteyttä, tulokset muuttuvat monitulkintaisemmiksi. Adams ja Acheampong (2019) tutkivat demokratian ja hiilidioksidipäästöjen suhdetta Saharan eteläpuolisen Afrikan 46:ssa maassa ajanjaksolla 1980–2015, ja havaitsivat, että demokratia lisää halukkuutta vähentää hiilidioksidipäästöjä. Halkos ja Tzeremes (2013) tutkivat sen sijaan maailman varakkaimpia G-20 maita, ja hiilidioksidipäästöjen yhteyttä hallinnollisiin mittareihin vuosina 1996–2010. Tuloksista käy ilmi, että hiilidioksidipäästöjen ja hallinnollisten mittareiden välillä vallitsee vahva epälineaarinen suhde, ja eri maille eri hallinnolliset tekijät lisäävät halukkuutta vähentää hiilidioksidipäästöjä. Vastaavasti Wang, Zhu, Guo ja Peng (2018) tutkivat G-20 maiden hiilidioksidipäästöjä, ja havaitsivat positiivisen korrelaation demokratian ja hiilidioksidipäästöjen välillä. Povitkina (2018) osoittaa, että demokratialla on vähentävä vaikutus hiilidioksidipäästöihin, mutta vain, jos korruptio on samanaikaisesti vähäistä. Tutkimusotos koostuu 144:stä maasta ajanjaksolla 1970–2011. Tulokset enteilevät, että varsinkin korkeamman tulotason maissa, tietty demokratian aste on saavutettu jo siinä määrin, että pelkästään demokraattinen hallinto ei välttämättä enää paranna maiden suoriutumista hiilidioksidipäästöjen vähentämisessä.

Demokratian vaikutus ei välttämättä näy kuitenkaan heti vähentyneinä hiilidioksidipäästöinä, ellei väestön puolesta uudelle sääntelylle tutkimusajanjaksolla ole löytynyt kysyntää. Tietoisuus ilmastonmuutoksesta ja sen vaikutuksista on lisääntynyt viime vuosikymmeninä merkittävästi, minkä vuoksi historialliset hiilidioksidipäästöt eivät välttämättä

kuvasta demokratian ja ilmastokunnianhimon välistä yhteyttä parhaalla mahdollisella tavalla. Suoraan demokratian ja ilmastokunnianhimon välistä suhdetta tutkivan empiirisen kirjallisuuden perusteella demokratia lisää kansallista kunnianhimoa kiristää ilmastopolitiikkaa. Neumayer (2002) mittaa 159:n maan sitoutumista kansainvälisiin ilmastopoliittisiin 90-luvulta 2000-luvun alkuun, ja osoittaa vahvan todisteen sille, että demokratiat ovat autokratioita kunnianhimoisempia. Lisäksi Bättig ja Bernauer (2009) mittaavat 185:n maan suoriutumista neljällä ilmastopolitiikan indikaattorilla mitattuna ajanjaksolla 1990–2004, ja löytävät positiivisen yhteyden demokratian ja ilmastopolitiikkaan sitoutumisen välillä. Mittarit ovat järjestysasteikollisia muuttujia, joissa suurempi arvo tarkoittaa korkeampaa yhteistyön astetta, joko poliittisten sopimusten tai hiilidioksidipäästöjen vähentämisen näkökulmasta. Demokratian ja poliittisen sitoutumisen mittarin välinen positiivinen suhde on tilastollisesti erittäin merkitsevä, ja samoin demokratian ja päästötason mittarin välinen positiivinen suhde on tilastollisesti hyvin merkitsevä. Demokratian ja poliittisen lopputuloksen välinen yhteys on myös tilastollisesti merkitsevä, mutta suhde on negatiivinen. Sen sijaan demokratian ja päästötrendin mittarin välillä ei löydy tilastollista merkitsevyyttä. Tulosten perusteella demokratia lisää halukkuutta ryhtyä kunnianhimoisempaan ilmastopolitiikkaan ja päästövähennyksiin, mutta se ei välttämättä johda parempiin lopputuloksiin.

Tørstad ja muut (2020) osoittavat positiivisen, ja tilastollisesti erittäin merkitsevän korrelaation kansallisten panosten kunnianhimon ja demokratian asteen välillä. Yhden prosentin nousu demokratiaindeksissä vastaa 0.29% nousua ilmastokunnianhimoissa. Aiempaan kirjallisuuteen pohjaten, myös tässä tutkielmassa oletetaan, että demokratia lisää kansallista ilmastokunnianhimoa ( $H_2$ ).

Talouskehityksen ja demokratian asteen lisäksi tutkimus- ja kehitystoiminnan (TK) tarkastelua yhteiskunnan ympäristöllisen kehityksen mittarina voidaan pitää perusteltuna, sillä TK-toiminta takaa edellytykset uuden läpimurtoteknologian syntymiselle, ja edelleen kasvihuonekaasujen päästöjen vähentämiselle talouskasvusta tinkimättä (Hoffert ja

muut, 2002; Bosetti, Carraro, Massetti & Tavoni, 2008). 1980-luvulla kehitettyjen endo-geenisten kasvuteorioiden perusteella teknologian kehitys, joka seuraa investoinneista TK-toimintaan pitkällä aikavälillä, johtaisi tehokkaampaan tuotantoon ja siten talouskehitykseen (Romer, 1994). Tehokkaampi teknologia vähentää tarvetta luonnonvarojen käytölle, kuten myös tuotannosta aiheutuvia kasvihuonekaasupäästöjä ja sen sivutuotteena aiheutuvaa jätettä (Dinda, 2004). TK-toiminnan vaikutusta kansalliseen ilmasto-kunnianhimoon on tutkittu verrattain vähän, vaikka teknologian rooli kasvihuonekaasujen päästöjen vähentämisessä on ilmeinen. Toisaalta Fischer ja Newell (2008) argumentoivat, että panostukset TK-toimintaan ei ole tehokkain tapa vähentää kasvihuonekaasujen päästöjä, vaan suoritettun herkkyysanalyysin perusteella päästöhinnointelu olisi tehokkain keino sen monelle eri ryhmälle kohdistuvan yhteisvaikutuksen vuoksi. Tutkimuksessa kuitenkin mainitaan, että läpimurtoteknologiaa edistävä TK-toiminta voisi olla poikkeus.

Churchill, Inekwe, Smyth ja Zhang (2019) tutkivat TK-toiminnan vaikutusta kasvihuonekaasujen päästöihin paneelidatamallinnuksessaan G-7 maille ajanjaksolla 1870–2014. Pääosin TK-toiminta on lisännyt kasvihuonekaasujen päästöjä, minkä voidaan ajatella johtuvan TK:n kiihdyttämästä talouskasvun skaalaefektistä. Poikkeuksena on ajanjakso 1955–1990, jolloin TK-toiminta on vaikuttanut päästöihin vähentävästi. Poikkeusajanjaksoa voi selittää Opecin öljykriisi ja sen jälkeinen hitaampi talouskasvu, sekä protektionismin ja tullien lisääntyminen kehittyneissä maissa 1970- ja 1980-lukujen jälkipuoliskolla. Tutkimus keskittyy kuitenkin vain maailman kehittyneimpiin valtioihin, jolloin kansainvälisen kaupan ja tiedon leviämisen vaikutus teknologiainnovaatioihin kehittyvissä maissa jää tarkastelun ulkopuolelle (Chen ja Lee, 2020). Lisäksi Chen ja Lee (2020) arvostelevat aikaisempia tutkimuksia siitä, etteivät ne huomioi alue-ekonometrisia vaikutuksia, jotka aiheutuvat innovaatioiden ulkoisvaikutuksista. Alue-ekonometrisilla vaikutuksilla tarkoitetaan, että naapurimaiden innovaatiot saattavat vaikuttaa yksittäisen maan tuloksiin ulkoisvaikutusten kautta joko positiivisesti tai negatiivisesti.

Chen ja Lee (2020) tutkivat teknologisten innovaatioiden vaikutusta hiilidioksidipäästöihin 96 maassa periodilla 1996–2018 ja havaitsivat, että kun kaikista suurimmat päästöjen aiheuttajat jätetään tarkastelun ulkopuolelle, korkean tulotason maissa teknologiset innovaatiot vähentävät tilastollisesti merkitsevästi hiilidioksidipäästöjä sekä maiden sisällä, että samankaltaisissa maissa niiden lähellä. Matalan- ja keskitulotason maissa sen sijaan innovaatioiden ja hiilidioksidipäästöjen välinen suhde ei ole negatiivinen, ja joissakin ryhmissä teknologiset innovaatiot lisäävät hiilidioksidipäästöjä kotimaassa ja/tai naapurimaissa. Lisäksi tutkimuksessa havaitaan, että talouden avoimuus lisää hiilidioksidipäästöjä vähentäviä innovaatioita. Tulokset kertovat innovaatioista aiheutuvien ulkoisvaikutusten merkityksestä – ulkoisvaikutukset voivat olla joko positiivisia tai negatiivisia maan teknologisen kehityksen ja avoimuuden tasosta riippuen. Teknologisia innovaatioita mitataan tutkimuksessa TK-menoilla BKT:sta.

Suoran TK-toiminnan vaikutuksen lisäksi inhimillisen pääoman yhteyttä kasvihuonekaasujen päästöihin on tutkittu alan kirjallisuudessa. Inhimillisellä pääomalla tarkoitetaan työntekijäsidonnaista osaamista, joka fyysinen pääoman tavoin lisää työn tuottavuutta (Mankiw, Romer ja Weil, 1992, s. 408). Koulutus on ainut inhimillisen pääoman lähde. Inhimillinen pääoma taas kiihdyttää talouskasvua ja lisää investointeja TK-toimintaan (Yao, Ivanovski, Inekwe & Smyth, 2019). Yao ja muut (2019) huomaavat paneelimallinuksessaan OECD-maille ajanjaksolla 1965–2014, että inhimillisen pääoman kasvu vähentää energiankulutusta. Tsurai (2020) vastaavasti osoittaa, että inhimillinen pääoma korreloi negatiivisesti hiilidioksidipäästöjen kanssa siirtymätalouksissa.

TK-toiminnan suoraa vaikutusta ilmastokunnianhimoon ei ole tutkittu aiemmin, mutta TK-toiminnan ja inhimillisen pääoman on osoitettu korreloivan negatiivisesti kasvihuonekaasujen päästöjen kanssa alan empiirisessä kirjallisuudessa. Tässä tutkielmassa oletetaan, että TK-toiminnan menojen kasvu lisää ilmastokunnianhimoa ( $H_3$ ).

### 4.3 Talouden avoimuus ja rakenne

Kansainvälisen kaupan vaikutuksista ympäristöön on kehittynyt paljon keskusteltu aihe alan kirjallisuudessa, sillä kaupan vapautumisen yhteyttä globaaliin talouskasvuun ei voi kiistää, eikä talouskasvun yhteyttä kasvihuonekaasujen päästöihin sivuuttaa. Monet tutkijat ovat kysyneet, onko vapaa kauppa vahingollista ympäristölle, mutta konsensusta ei olla vielä saavutettu. Kansainvälisen kaupan ja kasvihuonekaasujen päästöjen välillä on osoitettu empiirisesti positiivinen yhteys (Akin, 2014; Buanawaty & Hastiadi, 2017; Duong & Hultberg, 2018; Zhou & Bu, 2018; Tsaurai, 2020). Toisaalta empiiristä kirjallisuutta löytyy myös kansainvälisen kaupan myönteisten ympäristövaikutusten puolesta (Antweiler, Copeland & Taylor, 2001; Frankel & Rose, 2005; Mavragani ja muut, 2016). Kansainvälisen kaupan yhteys ympäristöön on monitulkintainen; vapaan kaupan edistämä talouskasvu on historiallisesti kiihdyttänyt ilmaston lämpenemistä, mutta toisaalta vaurastuminen on edistänyt demokratian ja koulutuksen kehitystä, ja edelleen lisännyt ympäristöllistä sääntelyä.

Vapaan kaupan puolestapuhujat argumentoivat, että sen tuoma suhteellinen etu, talouskasvu ja teknologinen siirtymä edistävät ympäristön suojelua. Suhteellisella edulla tarkoitetaan tässä yhteydessä luonnon assimilatiivista kapasiteettia, eli kykyä vastaanottaa ja hajottaa epäpuhtauksia ilman haitallisia ympäristövaikutuksia. Mailla, joiden assimilatiivinen kapasiteetti on korkeampi, on suhteellinen etu päästöjä vähentävien hyödykkeiden tuotannossa, jolloin vapaan kaupan katsotaan edistävän ympäristön pilaantumisen ehkäisemistä. (Cole, 1999.) Teknologinen siirtymä helpottuu kaupan esteiden alenemisen myötä, kun kansainväliset yritykset voivat laajentaa liiketoimintaansa kehittyviin maihin. Lisääntyneen yritystoiminnan ja kasvaneiden tulojen ansiosta uuden teknologian tuonti kehittyviin maihin kasvaa (Bhagwati, 1993; Cole, 2004).

Frankel ja Rose (2005) tutkivat, mikä on talouden avoimuuden vaikutus ympäristöön tietyllä tulotasolla, sillä ulkomaankauppa yhdistetään usein talouskasvuun. Poikkileikkaus-tutkimuksessa on käytetty vuoden 1990 arvoja, ja tutkittu OLS-menetelmällä erilaisten

tekijöiden, kuten talouskasvun ja ulkomaankaupan, vaikutusta paikallisiin ilmansaasteisiin (rikkidioksidi, typpioksidi ja pienhiukkaset). Tulokset osoittavat, että ulkomaankauppa vaikuttaisi vähentävästi erityisesti rikkidioksidista aiheutuviin ilmansaasteisiin paikallisella tasolla. Vastaavasti Mavragani ja muut (2016) osoittavat positiivisen korrelaation ympäristöllisen suorituksen ja talouden avoimuuden välillä. Tutkimuksessa talouden avoimuutta mitataan Yalen ympäristöllisen lain ja politiikan keskuksen *Open Market Index* (OMI) -indeksillä, joka sisältää maan avoimuuden ulkomaankaupalle sekä yrityksen avoimeen talouteen ja informaatioon. Ulkomaankaupan ja ympäristöllisen suorituksen välisen positiivisen yhteyden voidaan ajatella selittyvän esimerkiksi sillä, että ulkomaankauppa mahdollistaa myös institutionaalisten vaatimusten siirtymisen kehittyneemmistä talouksista suljetumpiin talouksiin (Damania, Fredriksson & List, 2003). Toisaalta on jälleen syytä huomioida, että oheiset tutkimukset keskittyvät paikalliseen ympäristölliseen vaikutukseen, mikä ei välttämättä edellytä kansallista kunnianhimoista kasvihuonekaasujen päästöjen alentamiseen pyrkivää politiikkaa.

Vapaan kaupan vastustajat väittävät, että talouskasvun kulut ja siihen liittyvät riskit ovat suurempia, kuin sen myötä lisääntynyt paikallinen ympäristönsuojelu, ja sen tuomat hyödyt. Dalyn (1993) mukaan vapaa kauppa kannustaa maita ylittämään globaalin absorptiokyvyn, sillä kansallisesti aiheutettujen globaalien ympäristökustannusten hahmottaminen on haasteellista. Lisäksi Kirkpatrick ja Scriciu (2008) argumentoivat, että talouskasvu johtaa luonnonvarojen suurempaan kulutukseen ja kasvihuonekaasujen päästöihin, mikä kiihdyttää ilmaston lämpenemistä. Dean (2002) esittää 'päästöjen turvasatama' -hypoteesin. Hypoteesi tarkoittaa, että kansainvälisen kaupan lisääntyessä saastuttavammat teollisuudenalat siirtyvät kehittyviin maihin lievemmän ympäristölainsäädännön perässä. Lopulta kehittyvistä maista voisi vapaan kaupan seurauksena tulla 'päästöjen turvasatamia'.

Ilmastokunnianhimon ja vapaan kaupan välistä yhteyttä on myös tutkittu. Bättig ja Bernauer (2009) havaitsivat tilastollisesti merkitsevän negatiivisen yhteyden vapaan kaupan ja ilmastopoliittisten mittareiden välillä. Bel ja Teixidó (2020) osoittavat negatiivisen

ja hyvin tilastollisesti merkitsevän yhteyden ulkomaankaupan ja ilmastokunnianhimon välillä. Tarkasteltaessa matalan ja korkean tulotason maita erikseen, negatiivinen korrelaatio säilyy ainoastaan korkean tulotason maissa, ja ulkomaankaupan merkitsevyysaste niiden osalta paranee 1%:iin. Samalla mallin selityksaste korkean tulotason maille paranee verrattuna kaikkien maiden yhtäaikaiseen tarkasteluun ( $0.38 > 0.28$ ). Kiinnostava havainto on myös se, että ulkomaankauppa on ainut tilastollisesti merkitsevästi ilmastokunnianhimoa selittävä tekijä korkean tulotason maille. Kun ulkomaankauppa edelleen jaetaan vientiin ja tuontiin, pelkästään viennin vaikutus on negatiivinen ja merkitsevä. Tulos enteilee, että varakkaammissa maissa kunnianhimoiset ilmastotoimet saatetaan nähdä vaihtoehtona kilpailukyvyn ylläpitämiselle.

Belin ja Teixidón (2020) mallinnus, jossa vain yksi muuttujista onnistuu tilastollisesti selittämään ilmastokunnianhimoa korkean tulotason maissa, on kuitenkin aiheellista kyseenalaistaa. Ilmastokunnianhimon mittaaminen kahden luokituksen (matala-korkea) perusteella voi pelkistää tuloksia ja siten karsia esimerkiksi korkean tulotason maiden välisessä ilmastokunnianhimossa tapahtuvaa variaatiota. Toisaalta myös selittävien muuttujien valinta, ja saatavilla oleva data kaikille tarkasteltaville maille on todennäköisesti vaikuttanut mallinnuksen lopputulokseen. Tarkasteltaessa kaikkia maita yhdessä, tilastollisesti merkitseviä muuttujia löytyy kuitenkin enemmän, kun tutkimusotos kasvaa. Ulkomaankaupan vaikutus ilmastokunnianhimoon pysyy merkitseväenä ja samansuuntaisena eri mallinuksissa, vaikka tutkimus ei muuten onnistuisikaan selittämään ilmastokunnianhimoa parhaalla mahdollisella tavalla. Tässä tutkielmassa keskitytään juuri ilmastokunnianhimon ja vapaan kaupan väliseen yhteyteen, kuten Bättigin ja Bernauerin (2009) sekä Belin ja Teixidón (2020) tutkimuksissa. Näin ollen ulkomaankaupan ja ilmastokunnianhimon välillä oletetaan vallitsevan negatiivinen yhteys ( $H_4$ ).

Talouden avoimuuden tavoin teollisuus yhdistetään taloudellisen aktiviteetin kasvuun ja siten myös kasvihuonekaasujen päästöjen kasvuun. Anderberg (1998) selittää, että perinteisesti päästöt ovat aiheutuneet materiaalityönteon aikaisemmissa vaiheissa, louhinta- ja raaka-ainevaltaisessa teollisuudessa. Teollistuneissa länsimaissa teollisuuden

päästöt ovat kuitenkin kääntyneet laskuun viime vuosikymmenten aikana, kun taas kulutuksesta aiheutuvat päästöt ovat kasvaneet (Anderberg, 1998). Teollistumisen yhteys historiallisiin kasvihuonekaasujen päästöihin tunnistetaan, mutta kehittyneissä talouksissa teollisuuden merkitys on vähentynyt, ja tutkimustulokset teollisuuden vaikutuksista ilmastokunnianhimoon ovat monitulkintaisia. Tästä johtuen on syytä tutkia, miten talouden rakenne vaikuttaa kansalliseen ilmastokunnianhimoon tänä päivänä.

Bel ja Teixidó (2020) osoittavat tilastollisesti merkitsevän yhteyden kasvihuonekaasujen päästöjen ja teollisuuden arvonlisäyksen välillä, mutta ainoastaan, kun maita tarkastellaan erikseen matalan ja korkean tulotason luokissa. Matalan tulotason mailla vaikutus kasvihuonekaasujen päästöihin on negatiivinen ja merkitsevä 10%:n tarkkuudella, kun taas korkean tulotason mailla merkitsevyysaste paranee 5%:iin, ja suhde muuttuu positiiviseksi. Tulos tukee Anderbergin (1998) hypoteesia siitä, että teollistuneissa länsimaissa teollisuuden vaikutus kasvihuonekaasujen päästöihin on kääntynyt laskuun talouden kehittyessä.

Bel ja Teixidó (2020) keskittyvät tutkimuksessaan erityisesti ilmastokunnianhimon tarkasteluun, jolloin havaitaan tilastollisesti hyvin merkitsevä, ja positiivinen suhde teollisuuden ja ilmastokunnianhimon välillä. Tarkasteltaessa erikseen matalan ja korkean tulotason maita, teollisuus ei ole enää tilastollisesti merkitsevä muuttuja. Matalan tulotason mailla suhde muuttuu kuitenkin negatiiviseksi. Tulos teollisuuden positiivisesta vaikutuksesta ilmastokunnianhimoon on ristiriidassa Gassebnerin ym. (2008) tutkimuksen kanssa, jossa osoitetaan negatiivinen suhde ympäristöllisen sääntelyn ja teollisuuden välillä 1% merkitsevyysasteella. Tutkimuksessa selitettävä tekijä on ympäristöllisen sääntelyn sitovuus, jota mitataan bensiinin lyijypitoisuudella. Tutkimusotos koostuu 50:stä maasta, ja paneelidata-analyysi on tehty vuosille 1982–1992. Tulokset ovat tilastollisesti merkitseviä sekä satunnaisten että kiinteiden vaikutusten -mallissa. Lisäksi mallinnuksen selitysasteet ovat erittäin korkeita: satunnaisten vaikutusten -mallin selitysaste on 94,4% ja kiinteiden vaikutusten -mallin 92,5%.



Gassebnerin ym. (2008) paneelidata-analyysin tulokset ovat vaikuttavia, mutta on syytä tarkastella tarkemmin aineiston ajankohtaan ja muuttujien valintaa. Teollisuutta selittävä muuttujana tutkimuksessa mittaa teollisuudessa työskentelevien osuus kokonaisyöllisistä. Lisäksi vuosina 1982–1992 tietoisuus ilmastonmuutoksen riskeistä yleisesti on ollut aivan eri tasolla kuin tänä päivänä, huomioiden, että maailman ensimmäinen YK:n ilmastopöytäkirja astui voimaan vasta vuonna 1994. On siis ymmärrettävää, että teollisuudessa ei ole kyseisellä tutkimusperiodilla huomioitu ympäristönäkökulmaa, sillä velvoittavaa ympäristölainsäädäntöä ei ole ollut vastaavassa mittakaavassa edes olemassa.

Myös Stevens (2019) tutkii ympäristöpolitiikan sitovuuden ja teollisuuden välistä yhteyttä. Tutkimuksessa on mukana 34 maata, ja tutkimus on tehty ajanjaksolle 1990–2015 OLS-menetelmää sekä kiinteiden vaikutusten -mallinnusta hyödyntäen. Ympäristöpolitiikan sitovuutta mitataan kansallisen hiiliveron sekä päästökaupan sitovuuden kautta. Tutkimuksessa havaitaan negatiivinen korrelaatio tehdasteollisuuden ja ympäristöpolitiikan sitovuuden välillä 10% ja 5% merkitsevyyssasteilla. Kun tehdasteollisuuden arvonlisäveron lisäys BKT:hen nousee yhden prosenttiyksikön, hiiliveron sitovuus laskee 0,01 pistettä ja päästökaupan sitovuus 0,04 pistettä asteikolla 0–6. Lisäksi jalostamon tuotantovoittojen ja ympäristöpolitiikan välillä vallitsee negatiivinen tilastollisesti merkitsevä yhteys.

Stevens (2019) argumentoi, että taloudet, jotka nojaavat tehdasteollisuuteen, kehittävät epätodennäköisemmin tiukennuksia ympäristösäädöksiin. Erityisesti raudan, teräksen, sementin ja kemiallisten tuotteiden valmistajat kannattavat alhaisempia kustannuksia teollisuuteen sekä poikkeuksia lainsäädäntöön. Esimerkiksi monikansallinen teräsyhtiö ArcelorMittal sai EU:n päästökauppajärjestelmän toista vaihetta varten maksuttomia päästöoikeuksia, jotka olisivat voineet olla verrannollisia Belgian vuotuisten päästöjen kanssa (Sandbag, 2011; 2017). Vastaavasti muut hiili-intensiiviset yritykset vastustivat EU:n päästökaupan kiristämistä (Pearse & Böhm, 2014). Samoin organisaatiot, kuten Australian Trade, Industry Alliance sekä Mexican Business Coordination Council vastustivat hiiliveroja julkisissa tiedotustilaisuuksissa (Stevens, 2019).

Tehdasteollisuuden lobbauksen lisäksi, ympäristösäädösten kehittämisen ongelmaksi teollisuusvaltaisissa talouksissa voi koitua myös Deanin (2002) 'päästöjen turvasatama' -hypoteesi. Mikäli valmistus on siirtymässä kehittyviin talouksiin, tehdasteollisuus toimittaa tuotteita näiden maiden kansallisille markkinoille, mutta samanaikaisesti lopputuotteita viedään edelleen kehittyneisiin maihin. Lopputuloksena kasvihuonekaasujen päästöt ovat syntyneet näiden kehittyneiden maiden rajojen ulkopuolella (Davis, Peters ja Caldeira, 2011). Kehittyvissä maissa teollisuuden yhteys kasvihuonekaasujen päästöihin ei ole siten yksiselitteinen, sillä positiivista korrelaatiota lisää kansallinen teollistuminen lisäksi kehittyneiden talouksien kulutus (Stevens, 2019). Tämän voidaan ajatella selittävän Belin ja Teixidón (2020) havaintoa kasvihuonekaasujen päästöjen negatiivisesta korrelaatiosta matalan tulotason maissa, ja positiivisesta korrelaatiosta korkean tulotason maissa.

Teollisuuden vaikutukset kansalliseen ilmastokunnianhimoon ovat kiistanalaisia, sillä kehittyneimpien talouksien yritykset ovat alkaneet siirtää tehtaitaan kehittyviin maihin, jolloin teollisuuden vaikutukset eivät välttämättä suoraan heijastu kansalliseen ilmastokunnianhimoon. Toisaalta teollistuminen on tuonut vaurautta, lisännyt edellytyksiä paremmalle koulutukselle, demokratialle ja ympäristösääntelyn kysynnälle. Tässä tutkielmassa oletetaan, että teollisuuden ja ilmastokunnianhimon välinen yhteys on negatiivinen ( $H_5$ ).

#### **4.4 Kaupungistuminen ja haavoittuvuus ilmastonmuutoksen seurauksille**

Väestön keskittyminen kaupunkeihin muokkaa niin ihmisten asuintottumuksia, liikuttamista paikasta toiseen kuin kuluttajakäyttäytymistäkin. Kaupungistumisesta on tullut yksi talouskehityksen huomattavimmista ilmentymistä 2000-luvulla (Adams ja Klobodu, 2017). Kaupungistumisen vaikutukset ympäristöön ovat ilmeisiä, mutta niiden suunnasta ei olla vielä päästy selvyteen alan kirjallisuudessa. Suurempi kaupungistumisaste yhdistetään suurempaan asukas- ja aluekohtaiseen fossiilisten polttoaineiden kulutukseen ja

teollisten kemikaalien käyttöön, mikä lisää saasteita (Panayotou, 1997). Toisaalta kaupungistumisen myötä ympäristölliset aktivistiryhmät ovat saaneet alkunsa, mikä on vaikuttanut paikalliseen politiikkaan ja yleiseen tietoisuuteen päästövähennysten merkityksestä (Farzin ja Bond, 2006). Millerin (2001) mukaan Yhdysvalloissa viime vuosikymmenten aikana perustetut ympäristöryhmät ja -liikkeet ovat olleet tärkeässä roolissa ympäristöllisten ongelmien, kuten ilman, veden ja maan puhtauden, esiin nostamisessa. Kaupungistuminen alentaa niin liikenne- kuin yhteen kokoontumisesta aiheutuvia kustannuksia, mikä helpottaa ympäristöllisen toiminnan koordinoitua, ja siten parantaa ympäristöllisten organisaatioiden vaikutusta päätöksentekoon (Rivera-Batiz, 2002). Kaupungistumisen nettovaikutusta ympäristöön onkin hankala määrittää, sillä vaikutukset ympäristöön ovat sekä positiivisia että negatiivisia (Adams ja Acheampong, 2019).

Gassebner ja muut (2008) osoittavat negatiivisen ja tilastollisesti merkitsevän suhteen kaupungistumisen ja ympäristöllisen sääntelyn välillä. Tämä tarkoittaisi, että kaupunkialueilla asuvat suhtautuisivat muita kielteisemmin ympäristölliseen sääntelyyn. Farzin ja Bond (2006) vastaavasti havaitsivat kaupungistumisen korreloivan positiivisesti kaikkien ilmansaasteiden kanssa, poikkeuksena hiilidioksidipäästöt korkealla demokratian ja kansallisen tulotason asteella. Tilastollisesti merkitsevät tulokset enteilevät, että fossiilisten polttoaineiden käytön lisääntyminen kaupunkialueilla dominoisi ympäristöllisen toiminnan organisoitumisen positiivisia vaikutuksia. Toisaalta on hyvä huomioida, että kehittyvissä maissa kaupungistuminen on usein yhteydessä teollistumiseen, jolloin kehittyvien maiden ollessa mukana tutkimusaineistossa, ei tämän suuntainen tulos ole kovin yllättävä (Liddle ja Lung, 2010). Kehittyviin maihin keskittyvä Adamsin ja Klobodun (2018) tutkimus selvittää ympäristön pilaantumisen ja yhteiskunnan kehityksen välistä yhteyttä Afrikan 26:ssa maassa periodilla 1985–2011. Siinä löydetään odotetusti positiivinen yhteys hiilidioksidipäästöjen ja kaupungistumisen välillä, mikä on tilastollisesti merkitsevä.

Myös kaupungistumisen positiivisille ympäristövaikutuksille löytyy empiiristä näyttöä. York (2007) tutkii suhdetta kaupungistumisen ja energian kulutuksen välillä 14 kehittyneessä EU-maassa, ja havaitsee negatiivisen ja tilastollisesti merkitsevän korrelaation.

Vastaavasti Fan, Liu, Wei ja Wu (2006) osoittavat negatiivisen ja tilastollisesti merkitsevän suhteen kaupungistumisen ja hiilidioksidipäästöjen välillä korkean tulotason maissa OLS regressioanalyysissaan.

Kaupungistumisen vaikutus kasvihuonekaasujen päästöihin vaihtelee tutkimusaineiston lisäksi myös mallinnustavasta riippuen. Adams ja Acheampong (2019) havaitsivat eri mallinnustavoilla testatessaan, että joillakin mallinnustavoilla Saharan eteläpuolisen Afrikan maissa kaupungistumisella on kasvihuonekaasujen päästöjä vähentävä vaikutus (kiinteiden vaikutusten malli), kun taas toisinaan vaikutus on päinvastainen (satunnais-ten vaikutusten malli). Mielenkiintoisen havainnon tekevät Wang ja muut (2018), jotka löytävät G-20 maille tekemässään tutkimuksessa tukea kaupungistumisen ja kasvihuonekaasujen päästöjen väliselle EKC-hypoteesille; aluksi kaupungistuminen lisää kasvihuonekaasujen päästöjä, ja tietyn pisteen saavuttamisen jälkeen kaupungistuminen vähentää päästöjä. Samoin Martinez-Zarzoso ja Maruotti (2011) havaitsivat käänteisen U-mallisen yhteyden kaupungistumisen ja kasvihuonekaasujen päästöjen välillä kehittyvissä maissa periodilla 1975–2003. Tulokset tukevat ekologisen modernisaation teoriaa, jonka mukaan kapitalistiset taloudet pystyvät edistämään ympäristöllisiä tavoitteita parhaiten. York, Rosa ja Dietz (2003) argumentoivat, että kaupungistuminen lisää moderniisaatiota yhteiskunnassa, mikä edelleen edistää ympäristöllistä vaikutusta.

Ilmastopolitiikan näkökulmaan keskittyvät Bel ja Teixidó (2020) löytävät kaupungistumisen ja ilmastokunnianhimon välillä positiivisen korrelaation, mutta tulokset eivät ole tilastollisesti merkitseviä. Toisaalta kun tarkastellaan erikseen matalan ja korkean tulotason maita, kaupungistuminen korreloi positiivisesti ilmastokunnianhimon kanssa matalan tulotason maissa, mutta negatiivisesti korkean tulotason maissa; joskin tulokset eivät siltikään ole tilastollisesti merkitseviä.

Tässä tutkimusaineistossa on pääosin mukana kehittyneitä maita, minkä vuoksi voidaan olettaa, että useassa niistä kaupungistuminen on modernisoinut yhteiskuntaa. Monitulkintaisista empiirisistä löydöksistä huolimatta oletetaan, että kaupungistumisen lisää ilmastokunnianhimoa ( $H_6$ ).

Maan geografisella sijainnilla on suora vaikutus siihen, kuinka altis maa on ilmaston lämpenemisen seurauksille. Geografisen sijainnin lisäksi alttiuteen ilmastonmuutoksen seurauksille vaikuttaa maan valmius varautua esimerkiksi sään ääriolosuhteista aiheutuville vahingoille. Kehittyvät maat ovat kehittyneitä maita alttiimpia ilmastonmuutoksesta aiheutuville vahingoille, sosiaalisen ja fyysisen infrastruktuurin puutteiden, köyhyyden ja epätasa-arvoisuuden vuoksi. (IPCC, 2018.) Kehittyneillä mailla on parempi kapasiteetti varautua ilmastonmuutoksen vahingollisiin seurauksiin, paremman teknologisen kyvykkyyden, resurssien tarjonnan ja jakautumisen, sekä inhimillisen, poliittisen ja sosiaalisen pääoman ansiosta (Tol, Downing, Kuik & Smith, 2004). Maan haavoittuvuudella ilmastonmuutoksen seurauksille ja ilmastokunnianhimon välillä on osoitettu positiivisen yhteyden (Sprinz & Vaahtoranta, 1994; Heggelund 2007; Tørstad ja muut, 2020). Tämä on ymmärrettävää, sillä haavoittuvaisemmat maat haluavat minimoida ilmastonmuutoksesta aiheutuvat vahingot, jotka vaikuttavat niihin vakavimmin.

Tørstad ja muut (2020) havaitsevat tilastollisesti erittäin merkitsevän, ja suhteellisen suuren positiivisen korrelaation kansallisen ilmastokunnianhimon ja haavoittuvuuden välillä; yhden prosentin nousu maan haavoittuvuusindeksissä vastaa 0.87%:n nousua maan ilmastokunnianhimossa. Tutkimuksessa on 170 maata, joten selitettävässä ilmastokunnianhimossa on mukana sekä kehittyneitä että kehittyviä maita. Tørstad ja muut (2020) testaavat myös CCPI-pisteytystä vaihtoehtoisena ilmastokunnianhimon muuttujana, jolloin haavoittuvuus ei ole enää tilastollisesti merkitsevä muuttuja, mutta vaikutus muuttuu negatiiviseksi. CCPI-pisteytyksessä on vähemmän kehittyviä maita mukana, mikä saattaa selittää tulosta. Toisaalta kuten esitetty aiemmin, kansallisten panosten kunnianhimo, joka on Tørstadin ym. (2020) pääasiallinen selitettävä muuttuja, ei välttämättä ku-

vasta haavoittuvien maiden mahdollisuuksia toteuttaa kunnianhimoisia ilmastotavoitteita, mikä taas CCPI-muuttujassa tulee paremmin huomioiduksi. Tämän tutkielman selitettävä muuttuja on CCPI-pisteytys, joten voidaan olettaa, että haavoittuvuus ei välttämättä selitä kyseistä tutkimusotosta, mutta aikaisempiin tutkimuksiin pohjaten korrelaatio oletetaan positiiviseksi ( $H_7$ ).

**Taulukko 1.** Tutkielman hypoteesit.

	<b>Tutkielman hypoteesit:</b>
$H_1$	Asukaskohtainen BKT korreloi negatiivisesti kansallisen ilmastokunnianhimon kanssa.
$H_2$	Demokratian aste korreloi positiivisesti kansallisen ilmastokunnianhimon kanssa.
$H_3$	TK-menojen osuus BKT:sta korreloi positiivisesti kansallisen ilmastokunnianhimon kanssa.
$H_4$	Ulkomaankaupan osuus BKT:sta korreloi negatiivisesti kansallisen ilmastokunnianhimon kanssa.
$H_5$	Teollisuuden osuus BKT:sta korreloi negatiivisesti kansallisen ilmastokunnianhimon kanssa.
$H_6$	Kaupungistumisaste korreloi positiivisesti kansallisen ilmastokunnianhimon kanssa.
$H_7$	Haavoittuvuusindeksi korreloi positiivisesti kansallisen ilmastokunnianhimon kanssa.

Tutkielman hypoteesit on esitetty taulukossa 1. Tässä luvussa on käsitelty aiempaa empiiristä kirjallisuutta kansalliseen ilmastokunnianhimon vaikuttavista tekijöistä. Monien tekijöiden osalta tulokset ovat kiistanalaisia, ja siksi niitä on aiheellista tutkia lisää. Lisäksi rakenteellisten tekijöiden vaikutusta ilmastokunnianhimon on tutkittu vähemmän, kuin niiden vaikutusta kasvihuonekaasujen päästöihin tai paikalliseen ympäristöön. Seuraavaksi suoritetaan tutkielman empiirinen analyysi, ja verrataan saatuja tuloksia tutkielman hypoteeseihin (ks. taulukko 1).

## 5 Kansallisen ilmastokunnianhimon empiirinen analyysi

Kasvihuonekaasujen päästöjen ja taloudellisten rakennetekijöiden välistä suhdetta on tutkittu jonkin verran, mutta tulokset niiden ympäristövaikutuksista ovat edelleen monitulkintaisia. Alan kirjallisuudessa on tunnistettu, että Pariisin ilmastosopimukseen kuuluvien maiden kansalliset panokset eivät ole tarpeeksi kunnianhimoisia. Syitä kansallisen ilmastokunnianhimon taustalla on kuitenkin tutkittu verrattain vähän erityisesti taloustieteen kirjallisuudessa. Kansallinen ilmastokunnianhimo ei ole suoraan verrannollinen kasvihuonekaasujen päästöjen kanssa, sillä siihen vaikuttavat historiallisten päästöjen lisäksi myös ilmastopoliittiset linjaukset, uusiutuvan energian osuus energiantuotannosta ja energian kulutus (Burck ja muut, 2021).

Aikaisemmin ei myöskään ole tutkittu ilmastokunnianhimoon vaikuttavien tekijöiden kehitystä ajan myötä. Sen lisäksi, että tässä tutkimuksessa tarkastellaan tekijöitä, jotka vaikuttavat kansalliseen ilmastokunnianhimoon yleisesti – eli tutkitaan, miten talouskasvu, talouden avoimuus, teollisuus, demokratia, kaupungistuminen, haavoittuvuus sekä tutkimus- ja kehitystoiminta vaikuttavat ilmastokunnianhimoon lähtökohtaisesti – tutkitaan myös sitä, miten nämä tekijät vaikuttavat ilmastokunnianhimoon maan sisällä ajan mittaan.

### 5.1 Aineisto ja tutkimusmenetelmä

Tämän tutkielman tarkoituksena on tutkia kansallisten tekijöiden vaikutusta ilmastokunnianhimoon OLS-menetelmällä. Käänteisellä EKC-hypoteesilla tarkastellaan tulotason ja ilmastokunnianhimon välistä yhteyttä tarkemmin. Lisäksi kansallisen ilmastokunnianhimon kehitystä ajan myötä yksittäisen maan sisällä tutkitaan paneelidata-analyysillä. Paneelidata-analyysi suoritetaan periodilla 2018–2021, ja analyysissä hyödynnetään kiinteiden vaikutusten mallia. Kansalliseen ilmastokunnianhimoon vaikuttavia tekijöitä on monia, ja ne voivat olla eri maille erilaisia, jolloin regression ulkopuolelle jätetyt muutajat saattavat korreloida selittävien tekijöiden kanssa. Tämän vääristymän välttämiseksi

kiinteiden vaikutusten malli soveltuu ilmastokunnianhimon tarkasteluun, sillä tutkimuksessa ollaan kiinnostuneita nimenomaan ajan myötä tapahtuvista muutoksista tarkasteltavien maiden sisällä. Lisäksi estimointitulosten robustisuutta tutkitaan White-testillä, jolla tarkastellaan satunnaisvirheen heteroskedastisuutta. Mikäli hypoteesi satunnaisvirheen homoskedastisuudesta hylätään, suoritetaan robustit regressiot, ja tarkastellaan, eroavatko estimointitulokset alkuperäisistä.

### **5.1.1 Aineiston kuvaus**

Aineiston selitettävä muuttuja on CCPI-pisteytys, joka mittaa ilmastokunnianhimoa. Ilmastokunnianhimoa selittäviä muuttujia ovat asukaskohtainen BKT, demokratiaindexi, TK-toiminnan menojen osuus BKT:sta, ulkomaankaupan osuus BKT:sta, teollisuuden osuus BKT:sta, kaupungeissa asuvan väestön osuus koko väkiluvusta ja haavoittuvuusindexi (ks. taulukko 2). Muuttujat on valikoitu pääosin aikaisempien, luvussa 4 esiteltujen tutkimusten perusteella, mutta myös niiden relevanttiuden vuoksi. TK-menojen ja kansallisen ilmastokunnianhimon välistä yhteyttä ei ole aikaisemmin tutkittu, mutta teknologian rooli ilmastomuutoksen hillitsemisessä on ilmeinen, ja siksi TK-muuttujan sisällyttäminen tähän tutkimukseen on aiheellista. Aineisto on kerätty Maailmanpankin, V-Demin ja Notre Damen yliopiston tietokannoista. CCPI-aineisto on saatu tutkimuskäyttöön Germanwatch-järjestön luvalla.

Ilmastokunnianhimon ja kansallisten tekijöiden välisen yhteyden selvittämiseksi tietoa on kerätty 56 valtiosta ajanjaksolla 2018–2021. Valtiot ovat listattuna liitteessä 1. Aineistossa on mukana korkean tulotason, sekä korkean ja matalan keskitulotason maita, mutta ei yhtään matalan tulotason maata (Maailmanpankin luokitusten perusteella). Suurin osa aineiston maista on korkean tulotason maita. CCPI pitää sisällään 57 maata ja EU:n, mutta EU on jätetty tarkastelun ulkopuolelle, sillä kaikki EU-maat sisältyvät aineistoon. Myös Taiwan on jätetty tarkastelun ulkopuolelle, sillä Maailmanpankin tietokannassa ei ollut maakohtaisia tietoja saatavilla. CCPI-pisteytys on kerätty vuosilta 2018–



2021, sillä vuonna 2018 indeksin painotusalueet muuttuivat, eikä siten ole vertailukelpoinen aiempien vuosien indeksien kanssa (Burck ja muut, 2021). Selittävät muuttujat ovat vuosilta 2015–2018, jolloin vuoden 2015 tekijät selittävät vuoden 2018 ilmastokunnianhimoa. Vastaavalla tavalla on tehty sekä aiemmissa tutkimuksissa (ks. Tørstad ja muut, 2020; Bel & Teixedó, 2020), että CCPI-pisteytyksen laskennassa (ks. Burck ja muut, 2021). Tämä johtuu siitä, että esimerkiksi kasvihuonekaasujen päästöjen data on saatavilla kolmen vuoden takaisesti nykyhetkestä.

**Taulukko 2.** Aineiston muuttujat

Muuttuja	Kuvaus	Havainnot	Keskiarvo	Keskihajonta	Min	Max	Lähde
Vuosi	2018-2021	222					
Maa	56 eri maata	222					
CCPI	Ilmasto-kunnianhimo	222	49.21	13.06	8.82	76.28	Germanwatch
BKT/asukas	Nimellinen BKT asukasta kohden (USD)	222	26944.12	23018.83	1605.61	116654.30	Maailmanpankki
Ulkomaankauppa_BKT	Ulkomaankaupan % osuus BKT:sta	222	98.24	65.64	22.49	408.36	Maailmanpankki
Teollisuus_BKT	Teollisuuden % osuus BKT:sta	219	26.12	7.60	10.20	49.54	Maailmanpankki
Kaupungistumisaste	Kaupungeissa asuvan väestön % osuus koko väestöstä	222	72.85	13.78	32.78	98.00	Maailmanpankki
Haavoittuvuusindeksi	Indeksi maan haavoittuvuudesta ilmastonmuutoksen vahingollisille seurauksille	222	35.65	4.72	26.45	50.94	Notre Dame Adaptation Index
Demokratia-indeksi	Indeksi maan demokratian asteesta	222	55.82	31.67	0	86.8	V-Dem
T&K-menot_BKT	TK-toiminnan menojen % osuus BKT:sta	193	1.50	0.99	0.12	4.81	Maailmanpankki

Taulukosta 2 nähdään, että CCPI-muuttujan keskiarvo on 49.21, mikä tarkoittaa, että tutkimusaineiston maat ovat keskimäärin puolivälissä tavoiteltavasta ilmastokunnianhimesta (indeksipisteytys välillä 0–100). CCPI-muuttujan minimi- ja maksimiarvot kuitenkin osoittavat, miten maiden välisessä ilmastokunnianhimossa on huomattavia eroja. Demokratia-indeksin keskihajonta on 31.67 ja haavoittuvuusindeksin vastaavasti 4.72,

mikä tarkoittaa, että demokratiaindeksin arvo vaihtelee voimakkaammin keskiarvonsa ympärillä. Maat eroavat toisistaan siis enemmän demokratian asteen, kuin haavoittuvuuden suhteen. Tämän voidaan päätellä johtuvan siitä, että aineistossa suurin osa on korkean tulotason maita, jotka eivät ole yhtä alttiita ilmastonmuutoksen vahingollisille seurauksille, toisin kuin kehittyvät maat. Lisäksi havaitaan, että suurin keskihajonta on asukaskohtaisella tulotasolla ja ulkomaankaupalla, ja vastaavasti pienin BKT:hen suhteutetuilla TK-toiminnan menoilla. Keskimäärin teollisuuden arvo BKT:sta on noin neljäsosa, ja kaupungistumisaste on noin 73%. Nämä havainnot ovat tutkimusaineiston huomioden loogisia, kun verrataan niitä aikaisemmin tässä tutkielmassa läpikäytyihin tutkimuksiin; teollisuus siirtyy kehittyneistä maista kehittyviin, ja kaupungistumisaste on korkeampi korkean tulotason maissa. Siitä huolimatta, ettei tutkimusaineisto pidä sisällään matalan tulotason maita, maat eroavat toisistaan selkeästi demokratian, tulotason ja ulkomaankaupan suhteen.

**Taulukko 3.** Muuttujien korrelaatiotesti

	CCPI	BKT/asukas	Ulkomaan- kauppa_ BKT	Teollisuus_ BKT	Kaupungis- tumisaste	Haavoit- tuvuus- indeksi	Demokratia- indeksi
<b>CCPI</b>	<b>1.0000</b>						
<b>BKT/asukas</b>	0.1396	<b>1.0000</b>					
<b>Ulkomaan- kauppa_BKT</b>	0.1673	0.3849	<b>1.0000</b>				
<b>Teollisuus_ BKT</b>	-0.3088	-0.3759	-0.3059	<b>1.0000</b>			
<b>Kaupungistu- misaste</b>	0.0119	0.5147	0.1619	-0.4676	<b>1.0000</b>		
<b>Haavoittu- vuus-indeksi</b>	-0.0756	-0.6857	-0.2737	0.3109	-0.5014	<b>1.0000</b>	
<b>Demokratia- indeksi</b>	0.2879	0.6187	0.2140	-0.5725	0.4232	-0.5259	<b>1.0000</b>
<b>T&amp;K- menot_BKT</b>	-0.0411	0.5760	-0.0918	-0.0342	0.4015	-0.4634	0.4602

Lisäksi suoritetaan korrelaatiotesti, jolla selvitetään, miten muuttujat korreloivat keskenään (ks. taulukko 3). Taulukosta 3 nähdään, että mitään hyvin hälyttäviä korrelaatioita

muuttujien välillä ei ole havaittavissa. Korkeaa korrelaatiota kahden tai useamman selittävän muuttujan välillä kutsutaan multikollineaarisuudeksi. Mitä lähempänä kahden muuttujan välinen korrelaatio on arvoa 1, sitä enemmän muuttujan hajonnasta on selitettävissä toisella muuttujalla, eli niiden välillä vallitsee lineaarinen suhde. (Wooldridge, 2013, s. 95.) Demokratia-indeksin ja nimellisen asukaskohtaisen BKT:n välinen korrelaatio on noin 0.62, eli 62% demokratiaindeksin hajonnasta selittyy nimellisen asukaskohtaisen BKT:n muutoksilla, jolloin muuttujien välistä suhdetta voidaan pitää multikollineaarisena. Yleensä multikollineaarisuus-ongelma ratkaistaan kasvattamalla aineiston kooka (Wooldridge, 2013, s. 96). Tässä aineistossa koon kasvattaminen on kuitenkin haasteellista, sillä kuten esitetty aiemmin, CCPI-pisteytyksen painotusalueet muuttuivat vuonna 2018, jolloin aiemmilta vuosilta kerättävät aineistot eivät olisi vertailukelpoisia viimeisimpien pisteytysten kanssa. Wooldridgen (2013, s. 97–98) mukaan on kuitenkin vaikeaa määritellä yksiselitteistä arvoa, jolloin muuttujien multikollineaarisuus on liian suuri, sillä se riippuu aineistosta, ja muuttujien tärkeydestä regressiomallinnuksen kannalta. Tässä tutkielmassa demokratia ja tulotaso ovat molemmat merkittäviä muuttujia, ja aiemmin kirjallisuudessa on osoitettu, että demokratia on kehittynyt pidemmälle varakkaammissa maissa. Näin ollen muuttujien välinen suhteellisen korkea korrelaatio on osiltaan odotettavaakin.

CCPI-pisteytyksen kanssa negatiivisesti korreloivat teollisuus, haavoittuvuus ja tutkimus- ja kehitystoiminnan menot, kun taas tulotaso, ulkomaankauppa, kaupungistuminen ja demokratia korreloivat positiivisesti. Tulotason kanssa vahvasti negatiivisesti korreloi haavoittuvuus. Tulokset tukevat aiempia havaintoja siitä, että matalamman tulotason maat ovat haavoittuvaisempia ilmastonmuutoksen seurauksille. Korrelaatiotesti vahvistaa myös aiemmin havaittua teollisuuden ja ulkomaankaupan yhteyttä; ulkomaankauppa korreloi positiivisesti tulotason kanssa, kun taas teollisuus korreloi negatiivisesti sekä tulotason että ulkomaankaupan kanssa. Samoin kaupungistumisaste korreloi positiivisesti tulotason ja ulkomaankaupan kanssa, teollisuuden ja kaupungistumisasteen välisen suhteen ollessa negatiivinen.

### 5.1.2 Estimoitavat OLS-yhtälöt

Aluksi tutkimusaineiston maiden ilmastokunnianhimoa mitataan OLS regressioanalyysillä (ks. funktio 9). Regressiomallinnuksella selvitetään, mitkä tekijät laskevat tai lisäävät kansallista ilmastokunnianhimoa yleisesti.

$$(9) \quad CCPI_i = \alpha + \beta_1 \ln(Y_i) + \beta_2 TRADE_i + \beta_3 IND_i + \beta_4 URB_i + \beta_5 VUL_i + \beta_6 DEM_i + \beta_7 RD_i + u_i$$

Funktiossa 9  $Y$  kuvaa nimellistä asukaskohtaista BKT:ta, joka on muunnettu logaritmi-muotoon. Parametri  $i$  viittaa aineiston eri maihin. Regressiossa  $\alpha$  on vakiotermi, ja  $u_i$  virhetermi. Lisäksi regressiossa on vuosikohtaiset dummy-muuttujat, joiden lähtöarvona on vuoden 2018 arvot. Asukaskohtaisen BKT:n ollessa nimellinen muuttuja, vuosikohtaiset dummy-muuttujat heijastavat mahdollista inflaatiota.

Lisäksi suoritetaan regressio ilman TK-muuttujaa, sillä tällöin havaintojen määrä kasvaa (ks. funktio 10). Mallinnuksessa on 191 havaintoa, kun TK-muuttuja on mukana regressiossa ja 219, kun TK-muuttuja jätetään tarkastelun ulkopuolelle. Tämä johtuu siitä, että TK-menojen suhteen dataa ei ole saatavilla kaikille aineiston maille ja vuosille, jolloin ne jäävät mallinnuksen ulkopuolelle myös muiden muuttujien osalta.

$$(10) \quad CCPI_i = \alpha + \beta_1 \ln(Y_i) + \beta_2 TRADE_i + \beta_3 IND_i + \beta_4 URB_i + \beta_5 VUL_i + \beta_6 DEM_i + u_i$$

Lopuksi testataan vielä käänteisen ympäristöllisen Kuznetsin käyrän, eli EKC-hypoteesin, paikkaansa pitävyyttä, mistä ei olla vielä päästy yhteisymmärrykseen alan kirjallisuudessa (ks. luku 2.3). Perinteisesti EKC:lla mitataan talouskasvun ja kasvihuonekaasujen päästöjen välistä yhteyttä, ja mikäli havaittavissa on käänteinen U-mallinen suhde. Maiden CCPI-pisteitys laskee kasvihuonekaasujen päästöjen noustessa, jolloin tutkielman selitettävä muuttuja käyttäytyy päinvastaisesti kasvihuonekaasujen päästöjen kanssa.

Tästä johtuen tässä tutkielmassa testaan, mikäli CCPI-pisteytyksen ja tulotason välillä vallitsee epälineaarinen, U-mallinen suhde, lisäämällä regressioon tulotason neliötermi. Mikäli tulotason kerroin on negatiivinen ja tilastollisesti merkitsevä samanaikaisesti, kun tulotason neliötermin kerroin on positiivinen ja tilastollisesti merkitsevä, käänteistä EKC-hypoteesia ei voida hylätä, ja U-mallinen suhde havaitaan. Regressio on muotoa:

$$(11) \quad CCPI_i = \alpha + \beta_1 \ln(Y_i) + \beta_2 \ln(Y_i)^2 + \beta_3 TRADE_i + \beta_4 IND_i + \beta_5 URB_i + \beta_6 VUL_i + \beta_7 DEM_i + u_i$$

Regressioiden osalta testataan myös satunnaisvirheen heteroskedastisuutta White-testillä. Mikäli satunnaisvirheessä  $u_i$  havaitaan heteroskedastisuutta, eikä hypoteesia satunnaisvirheen homoskedastisuudesta voida kumota, tehdään robustisuuden korjaavat mallinnukset.

### 5.1.3 Estimoitavat kiinteiden vaikutusten yhtälöt

Tutkielman päämenetelmänä on kiinteiden vaikutusten paneelidata-analyysi, jonka avulla selvitetään, mitkä tekijät laskevat tai lisäävät kansallista ilmastokunnianhimoa aineiston 56 maan sisällä tutkimusajanjaksolla 2018–2021. Paneeliaineistolla suoritettava regressioanalyysi poikkeaa edellä käsitellyistä OLS-regressioista siten, että siihen vaikuttavat niin poikkileikkaus- kuin aikasarjaominaisuudetkin. Yleisimmät regressiomallit paneeliaineistoille ovat kiinteiden vaikutusten ja satunnaisten vaikutusten mallit. Tässä tutkielmassa käytetään kiinteiden vaikutusten mallia, sillä se toimii aineistossa, joka on kerätty samalta joukolta tiettyinä ajanjaksona. Lisäksi satunnaisten vaikutusten mallin tulokset olivat hyvin eri suuntaisia, jolloin kiinteiden vaikutusten mallin tuloksia voidaan pitää luotettavampina.

Kiinteiden vaikutusten mallilla tutkitaan selitettävien ja selittävien tekijöiden välistä suhdetta tietyn joukon sisällä. Tässä tutkielmassa joukko koostuu aineiston maista, joiden yksilöllisiä ominaisuuksia kontrolloidaan kiinteillä vaikutuksilla. Mallin oletuksena on,

että jokin yksittäiselle maalle yksilöllinen ominaisuus (esimerkiksi korruptio), joka ei muutu ajan mittaan, voi vaikuttaa regression muuttujiin (kuten teollisuuden tai talouskehitykseen), ja siten vääristää tuloksia, mikäli sitä ei kontrolloida. Kiinteiden vaikutusten malli poistaa tällaiset yksilölliset vaikutukset, eli sen parametrit ovat kiinteitä.

Vuosikohtaisten dummy-muuttujien lisääminen regressioon mahdollistaa ajan myötä tapahtuvien muutosten tarkastelun kiinteiden vaikutusten mallissa, sillä siten voidaan tarkastella niiden muuttujien aikasidonnaista vuorovaikutusta, jotka muuttuvat tutkimusperiodilla (Wooldridge, 2013, s. 487). Sisällytettäessä kaikki mahdolliset vuosi-dummyt regressioon, kiinteiden vaikutusten mallilla ei voida kuitenkaan arvioida niitä muuttujia, joissa ei tapahdu muutosta (Wooldridge, 2013, s. 487). Tässä paneelimallinnuksessa ollaan kiinnostuneita juuri ajan myötä ilmastokunnianhimoa muuttavista tekijöistä, sillä rakennetekijöiden yleistä vaikutusta ilmastokunnianhimoon testataan aluksi OLS-regressioilla. Näin ollen kiinteiden vaikutusten malli soveltuu hyvin tutkimusmetodiksi. Paneelidata-mallinnuksen regressio on muotoa:

$$(12) \quad CCPI_{it} = \alpha + \beta_1 \ln(Y_{it}) + \beta_2 TRADE_{it} + \beta_3 IND_{it} + \beta_4 URB_{it} + \beta_5 VUL_{it} + \beta_6 DEM_{it} + \beta_7 RD_{it} + v_i + u_{it}$$

Funktiosta 12 nähdään, että se vastaa muuten funktiota 9, mutta nyt alaindeksissä on parametri  $t$ , joka kuvaa aikaulottuvuutta. Tässä mallissa virhetermi on  $v_i + u_{it}$ , jossa  $v_i$  on maakohtainen virhetermi, joka eroaa maiden välillä, mutta millä tahansa tietyllä maalla sen arvo on vakio. Tämä on kiinteiden vaikutusten mallinnuksen ominaisuus, joka poistaa mallinnuksen ulkopuolelle jätettyjen tekijöiden korrelaation selittävien muuttujien kanssa. Jokaisen maan virhetermi pitää sisällään maan yksilöllisiä ominaisuuksia, joita kiinteiden vaikutusten mallissa kontrolloidaan, jolloin myöskään virhetermien ei tulisi korreloida kiinteiden vaikutusten kanssa. Virhetermien keskinäinen korrelaatio saattaa kuvastaa, ettei mallinnuksen tulokset ole välttämättä luotettavia. (Wooldridge, 2013, s. 509.)

Kun paneeliregressio on aluksi estimoitu kaikille muuttujille, sen jälkeen TK-menot jätetään tarkastelun ulkopuolelle, samoin kuten OLS-menetelmän kohdalla (ks. funktio 13). Näin voidaan tarkastella, muuttuvatko tulokset havaintojen määrän kasvaessa.

$$(13) \quad CCPI_{it} = \alpha + \beta_1 \ln(Y_{it}) + \beta_2 TRADE_{it} + \beta_3 IND_{it} + \beta_4 URB_{it} + \beta_5 VUL_{it} + \beta_6 DEM_{it} + v_i + u_{it}$$

Estimoinnit suoritetaan Stata-ohjelmalla, xtreg-komennolla, jossa joukkomuuttujaksi on määritelty aineiston maat. Lopuksi suoritetaan vaihtoehtoinen kiinteiden vaikutusten mallinnus lisäämällä OLS-malliin vuosittaisten dummy-muuttujien lisäksi maakohtaiset dummy-muuttujat, joilla kontrolloidaan maakohtaisia yksilöllisiä ominaisuuksia. Yhtälö voidaan esittää seuraavasti:

$$(14) \quad CCPI_{it} = \alpha + \beta_1 \ln(Y_{it}) + \dots + \gamma_2 W_{2t} + \dots + \gamma_N W_{Nt} + \delta_2 Z_{i2} + \dots + \delta_t Z_{it} + u_{it}$$

Jossa  $W_{it}$  on maakohtainen dummy-muuttuja  $i > 1$  ja  $Z_{it}$  on aikayksikön dummy-muuttuja  $t > 1$ . (Wooldridge, 2013, s. 468–469.)

## 5.2 Tulosten analysointi

Tässä tutkielmassa tarkastellaan, miten kansalliset tekijät vaikuttavat ilmastokunnianhimoon. Ensin arvioidaan yleisesti, mitkä tekijät lisäävät tai laskevat kansallista kunnianhimoa tutkimusaineistossa OLS-menetelmällä. Lisäksi testataan tulotason ja ilmastokunnianhimon välistä suhdetta käänteisellä EKC-hypoteesilla. Sen jälkeen arvioidaan kiinteiden vaikutusten paneelimallinnuksella, mitkä tekijät lisäävät tai laskevat kansallista ilmastokunnianhimoa maan sisällä tutkimusajanjaksolla. Näin voidaan tarkastella, mitkä tekijät vaikuttavat ilmastokunnianhimoon ajan mittaan maan sisällä, ja myös, eroavatko nämä tekijät yleisesti ilmastokunnianhimoa lisäävistä tai laskevista tekijöistä.

### 5.2.1 OLS-menetelmän tulokset

Taulukossa 4 on esitetty regressiomallinnusten tulokset. Ensinnäkin ilmoitetaan estimaatin arvo, ja suluisissa estimaattien keskivirhe. Tähdet viittaavat tilastolliseen merkitsevyyteen, eli siihen, onko tulos merkitsevä 90, 95 vai 99 prosentin varmuudella. Mallinnuksessa (1) on kaikki muuttujat mukana, mallinnuksessa (2) TK-muuttuja on jätetty tarkastelun ulkopuolelle ja mallinnuksessa (3) testataan tulotason ja ilmastokunnianhimon välistä suhdetta, ja voidaanko käänteinen EKC-hypoteesi hyväksyä.

**Taulukko 4.** OLS-regressiotulokset ilmastokunnianhimesta.

CCPI	1	2	3
log_bkt	-7.604094*** (2.298788)	-8.748936*** (1.81302)	-67.87207*** (13.24067)
log_bkt <sup>2</sup>			3.035667*** (0.6739801)
Ulkomaan- kauppa_BKT	0.0256582* (0.0133471)	0.0254395** (0.012331)	0.0210692* (0.0118384)
Teollisuus_ BKT	-0.3725322** (0.1585611)	-0.4675073*** (0.1359861)	-0.403972*** (0.1308773)
Kaupungistu- misaste	-0.0694409 (0.0760253)	-0.1266189* (0.0702059)	-0.0825989 (0.0678821)
Haavoittu- vuus-indeksi	-0.5152801* (0.2857976)	-0.8520541*** (0.2631796)	-0.9214011*** (0.2522872)
Demokratia- indeksi	0.1966665*** (0.04811376)	0.2011254*** (0.04393265)	0.2188458*** (0.0422196)
T&K- menot_BKT	0.8895127 (1.206967)		
Vuosi			
2019	2.052307 (2.178116)	1.313045 (2.088021)	1.319104 (1.997872)
2020	0.624896 (2.149256)	0.8142687 (2.091953)	0.8956892 (2.001715)
2021	0.7067161 (2.297867)	0.8022999 (2.112554)	0.8093133 (2.021346)
Havainnot	191	219	219
R <sup>2</sup>	0.2120	0.3191	0.3796
Korjattu R <sup>2</sup>	0.1682	0.2898	0.3498
F-testi	4.84*** (df=10; 180)	10.88*** (df=9; 209)	12.73*** (df=10; 208)

\*p < 0.1; \*\*p < 0.05; \*\*\*p < 0.01.

Taulukon 4 mallinnuksesta (1) nähdään, että asukaskohtainen BKT korreloi negatiivisesti ilmastokunnianhimon kanssa; kun asukaskohtainen BKT nousee yhden prosentin, maan ilmastokunnianhimon indeksipisteitys laskee 0.076 pistettä asteikolla 0–100. Tulkinta



perustuu lin-log -mallinnukseen, jossa selitettävän muuttujan ollessa lineaarinen selittävän muuttujan ollessa logaritmimuotoinen, selittävän muuttujan kerroin kerrotaan kertoimella 0.01 (Wooldridge, 2013, s. 44). Tulos on tilastollisesti merkitsevä 1% merkitsevyyssasteella, ja vahvistaa Tørstadin ym. (2020) sekä Belin ja Teixidón (2020) aikaisempia tutkimuksia. Haavoittuvuus korreloi voimakkaan negatiivisesti ilmastokunnianhimon kanssa, ja samoin teollisuuden ja ilmastokunnianhimon välinen suhde on melko negatiivinen. Haavoittuvuusindeksin noustessa yhden pisteen, CCPI-pisteytys laskee noin puoliikkaan pisteen. Teollisuuden osuuden BKT:sta kasvaessa yhden prosenttiyksikön, CCPI-pisteytys laskee 0.37 pistettä. Nyt sekä selitettävä että selittävä muuttuja ovat lineaarisia, jolloin tuloksia tulkitaan lin-lin -mallin mukaisesti (Wooldridge, 2013, s. 44). Myös nämä muuttujat ovat tilastollisesti merkitseviä, tosin eivät yhtä merkitseviä kuin tulotason ja demokratian osalta. Teollisuuden osalta tulokset ovat linjassa aikaisempien tutkimusten kanssa (ks. Stevens, 2019; Gassebner ja muut, 2008). Haavoittuvuuden negatiivinen vaikutus ilmastokunnianhimoon kuitenkin poikkeaa Torstadin ym. (2020) tutkimustuloksista.

Lisäksi taulukon 4 mallinnuksesta (1) nähdään, että demokratian aste korreloi ilmastokunnianhimon kanssa odotetusti positiivisesti, ja tilastollisesti erittäin merkitsevästi 1% merkitsevyyssasteella. Demokratiaindeksin noustessa yhden pisteen, ilmastokunnianhimon indeksi nousee noin 0.20 indeksipistettä. Vastaavasti ulkomaankaupan vaikutus ilmastokunnianhimoon on lievästi positiivinen, ja tulos tilastollisesti merkitsevä. Havainto on mielenkiintoinen, sillä se ei tue Bättigin ja Bernauerin (2009) tai Belin ja Teixidón (2020) aikaisempia havaintoja. TK-menot ja kaupungistuminen eivät ole tilastollisesti merkitseviä muuttujia. Mallinnuksen F-testi on tilastollisesti merkitsevä, mikä tarkoittaa, että muuttujat onnistuvat yhtäaikaisesti selittämään ilmastokunnianhimoa.

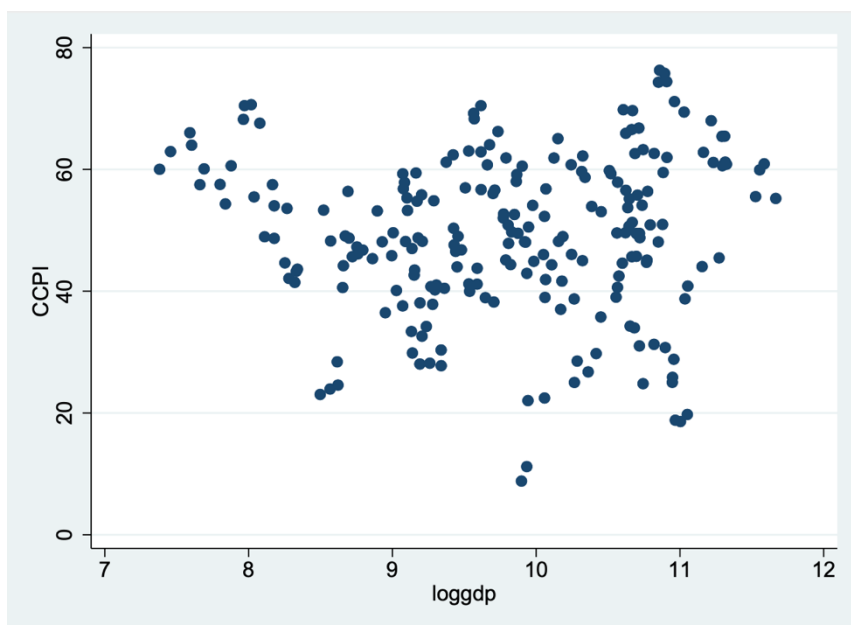
Taulukon 4 mallinnuksessa (2) on esitetty regressiomallinnuksen tulokset, kun TK-muuttuja on jätetty tarkastelun ulkopuolelle. Mallinnuksesta 2 havaitaan, että havaintojen määrän kasvaessa estimoinnin tulokset säilyvät samansuuntaisina mallinnuksen 1 tulos-

ten kanssa, mutta kaikki muuttajat muuttuvat tilastollisesti merkitseviksi. Merkitsevyyssaste paranee ulkomaankaupan, teollisuuden, ja haavoittuvuuden osalta. Lisäksi tulotason ja teollisuuden negatiivinen vaikutus ilmastokunnianhimoon on nyt suurempi, ja samoin demokratian positiivinen vaikutus kasvaa hieman. Haavoittuvuuden negatiivinen vaikutus ilmastokunnianhimoon on huomattavasti suurempi, ja tilastollisesti erittäin merkitsevä; haavoittuvuusindeksin noustessa yhden pisteen, ilmastokunnianhimon indeksi laskee 0.85 pistettä. Kaupungistumisaste on nyt tilastollisesti merkitsevä, ja sen vaikutus ilmastokunnianhimoon on negatiivinen; kaupungistumisasteen noustessa yhden prosenttiyksikön, CCPI-pisteytys laskee noin 0.13 pistettä. Tulos on linjassa Gassebnerin ym. (2008) sekä Farzinin ja Bondin (2006) löydösten kanssa, mutta vastoin tutkielmassa esitettyä hypoteesia siitä, että kaupungistuminen vaikuttaa ilmastokunnianhimoon positiivisesti. F-testi on edelleen tilastollisesti hyvin merkitsevä. Lisäksi mallin selityssaste paranee, kun TK-panostusten vaikutus jätetään pois. Korjattu selityssaste on nyt 28.98%, mikä tarkoittaa, että malli onnistuu selittämään noin kolmasosan ilmastokunnianhimoon vaikuttavista tekijöistä.

OLS-menetelmän kohdalla tutkielman hypoteesit hyväksytään kaikkien muiden muuttujien, paitsi haavoittuvuuden, kaupungistumisen ja ulkomaankaupan osalta, joiden hypoteesit hylätään. Tørstad ja muut (2020) testaavat CCPI-pisteytystä aineistonsa vaihtoehtoisena selitettävänä muuttujana, jolloin haavoittuvuuden vaikutus on myös negatiivinen, tosin ei tilastollisesti merkitsevä. Tässä tutkimusaineistossa on mukana enemmän vuosia, jolloin havaintojen määrän kasvaessa haavoittuvuuden vaikutus muuttuu tilastollisesti merkitseväksi. Tørstad ja muut (2020) argumentoivat negatiivisen korrelaation johtuvan siitä, ettei CCPI-pisteytyksessä ole mukana kaikista haavoittuvimpia maita. Kuten esitetty aiemmin, aineistossa ei ole mukana matalan tulotason maita, mikä saattaa osittain selittää tuloksia. Toisaalta tulokset saattavat selittyä myös sillä, että CCPI ei mitata ainoastaan maiden ilmastotavoitteita, mutta myös toimia niiden toteuttamiseksi.

Kaupungistumisen ja ilmastokunnianhimon negatiivinen yhteys voi johtua siitä, että kaupungistuminen korreloi melko voimakkaasti asukaskohtaisen BKT:n kanssa, jonka vaikutus ilmastokunnianhimoon on selkeästi negatiivinen. Todennäköisesti aineistossa ilmastomuutoksen seurauksille haavoittuvaisemmat maat ovat niitä, joissa talouskehitys ja siten myöskään kaupungistuminen ei ole edennyt yhtä pitkälle, mikä näkyy kaupungistumisen negatiivisena korrelaationa. Vapaan kaupan positiivinen vaikutus ilmastokunnianhimoon voi taas olla selitettävissä esimerkiksi talouden avoimuuden ja demokratian välisellä yhteydellä, jonka Mavragani ja muut (2016) osoittavat tutkimuksessaan.

Tulotason vaikutus ilmastokunnianhimoon on negatiivinen ja tilastollisesti erittäin merkitsevä mallinnuksissa (ks. taulukko 4). Samanaikaisesti demokratia korreloi positiivisesti ja tilastollisesti erittäin merkitsevästi ilmastokunnianhimon kanssa. Korrelaatiotestissä havaittiin, että tulotason ja demokratian asteen välillä vallitsee suhteellisen voimakas korrelaatio. Tästä johtuen on mielenkiintoista tarkastella tulotason ja ilmastokunnianhimon välistä suhdetta tarkemmin: laskeeko talouskasvu alkuun ilmastokunnianhimoa, kunnes tietyn pisteen saavuttamisen jälkeen, talouskasvu alkaa lisäämään kansallista ilmastokunnianhimoa. Aluksi tarkastellaan muuttujien välistä suhdetta graafisesti (ks. kuvio 3).



**Kuvio 3.** Tulotason hajonta suhteessa ilmastokunnianhimoon.

Kuviosta 3 nähdään, että suhteessa ilmastokunnianhimon asukaskohtaisen BKT:n logaritmuuttujan hajonta ei ole täysin lineaarista. Kuvaajasta voidaan hahmottaa pikemminkin U-mallinen suhde muuttujien välillä, mikä kertoisi siitä, että kaikista pienituloisimmat maat ja maat, joissa talouskehitys on pisimmällä, olisivat kaikista kunnianhimoisimpia. Graafinen tarkastelu tukee oletuksia käänteisestä EKC-hypoteesista, jota tarkastellaan seuraavaksi lisäämällä regressioon tulotason logaritmin neliötermi. Mallinnuksen 3 tulokset on esitetty taulukossa 4.

Taulukon 4 mallinnuksesta (3) nähdään, että tulotason logaritmi korreloi ilmastokunnianhimon kanssa nyt voimakkaan negatiivisesti ja tilastollisesti erittäin merkitsevästi, kun samanaikaisesti logaritmin neliötermi korreloi ilmastokunnianhimon kanssa positiivisesti ja tilastollisesti erittäin merkitsevästi. Käänteistä EKC-hypoteesia ei siis voida hylätä, ja U-mallinen suhde ilmastokunnianhimon ja talouskasvun välillä tunnistetaan. Lisäksi mallin selitysaste paranee, kun regressioon lisätään tulotason logaritmin neliötermi; korjattu selitysaste on nyt 34.98%. Tulotason logaritmin negatiivinen vaikutus ilmastokunnianhimon on kuitenkin logaritmin neliötermin positiivista vaikutusta huomattavasti suurempi. Tulotason noustessa yhden prosentin, CCPI-pisteytys laskee noin 0.68 pistettä, kun taas tulotason neliötermin noustessa yhden prosentin, ilmastokunnianhimon indeksi nousee noin 0.03 pistettä. Tästä voidaan päätellä, että tulotason positiivinen vaikutus kansalliseen ilmastokunnianhimon tietyn tason saavuttamisen jälkeen ei ole yhtä voimakas, kuin talouskasvusta aluksi aiheutuva negatiivinen vaikutus.

Tulos U-mallisesta suhteesta ilmastokunnianhimon ja tulotason välillä on merkittävä ja mielenkiintoinen, sillä Bel ja Teixidó (2020) hylkäsivät EKC-hypoteesin vastaavassa tutkimuksessaan. Tulee kuitenkin huomioida, että tässä tutkielmassa testattavalla käänteisellä EKC-hypoteesilla tutkitaan päinvastaista vaikutusta – sitä, nostaako tulotason kasvu ilmastokunnianhimoa, eikä sitä, vähentääkö tulotason kasvu kasvihuonekaasujen pääs-

töjä. Käytännössä näiden muuttujien voidaan kuitenkin olettaa käyttäytyvän samassa aineistossa samalla tavalla, jolloin EKC-hypoteesin hylkäys johtaisi todennäköisesti myös käänteisen EKC-hypoteesin hylkäämiseen.

OLS-menetelmän estimointien tulokset vahvistavat aiemmin empiirisesti osoitettuja tuloksia asukaskohtaisen BKT:n ja teollisuuden negatiivisesta vaikutuksesta ilmastokunnianhimoon, sekä demokratian positiivisesta vaikutuksesta ilmastokunnianhimoon. Huomattavimmat erot aikaisempiin tutkimuksiin havaitaan haavoittuvuuden selkeästi negatiivisen vaikutuksen, sekä käänteisen EKC-hypoteesin osalta. Muuttujien vahva tilastollinen merkitsevyys ja mallin selitysaste tukevat tutkimustulosten merkittävyyttä.

### **5.2.2 Kiinteiden vaikutusten paneelidata-analyysin tulokset**

Taulukossa 5 esitetään kiinteiden vaikutusten paneelidata-analyysin tulokset ilmastokunnianhimoon ajan myötä vaikuttavista tekijöistä. Ensimmäin ilmoitetaan estimaatin arvo, ja sulussa estimaattien keskivirhe. Kuten OLS-mallinnuksissa, mallinnukset on tehty niin, että kaikki muuttujat ovat mukana (1) ja ilman TK-muuttujaa (2) (ks. taulukko 5 seuraavalla sivulla).

Taulukon 5 mallinnuksen (1) tuloksista nähdään, että asukaskohtaisen tulotason kasvu, ja yllättäen myös ulkomaankaupan kasvu, vähentävät ilmastokunnianhimoa tutkimusperiodilla. Molemmat muuttujat ovat tilastollisesti erittäin merkitseviä ( $p < 0.01$ ). Kiinteiden vaikutusten mallissa asukaskohtaisen tulotason vaikutus ilmastokunnianhimoon on noin kaksinkertainen verrattuna OLS-malliin; asukaskohtaisen BKT:n noustessa yhden prosentin, maan ilmastokunnianhimon indeksipisteytys laskee noin 0.17 pistettä. Ulkomaankaupan negatiivinen vaikutus ilmastokunnianhimoon on vielä suurempi, sillä ulkomaankaupan osuuden BKT:sta noustessa yhden prosenttiyksikön, maan ilmastokunnianhimon indeksipisteytys laskee noin 0.28 pistettä. Tulokset ovat linjassa Bättigin ja Bernauerin (2009), Belin ja Teixidón (2020) sekä Tørstadin ym. (2020) tutkimustulosten

kanssa, mutta tulee huomioida, että tutkimukset ovat poikkileikkaussarjoja, ja siten testaavat hieman eri vaikutusta. Kiinteiden vaikutusten malli selittää muuttujissa tapahtuvaa muutosta, sekä maiden välistä variaatiota tutkimusperiodilla. Voidaan päätellä, että talouskasvu ja siten lisääntynyt liiketoiminnallinen aktiivisuus lisäävät kasvihuonekaasujen päästöjä, mikä vähentää ilmastokunnianhimoa. Talouskasvu lisää väistämättä myös ulkomaankaupan osuutta BKT:sta globalisoituneessa maailmassa, mikä näkyy muuttujan negatiivisena vaikutuksena ilmastokunnianhimoon.

**Taulukko 5.** Kiinteiden vaikutusten paneelimallinnukset ilmastokunnianhimosta.

CCPI	1	2
log_bkt	-16.5816*** (4.311977)	-13.18304*** (3.927597)
Ulkomaan- kauppa_BKT	-0.2762449*** (0.0675434)	-0.2388256*** (0.0634845)
Teollisuus_ BKT	0.3212389 (0.377394)	0.7486775** (0.3072541)
Kaupungistu- misaste	1.171973 (0.8488082)	1.322919* (0.749083)
Haavoittu- vuus-indeksi	-1.747984 (2.551078)	-2.062581 (2.331573)
Demokratia- indeksi	0.1063951 (0.0731999)	0.0909351 (0.0712288)
T&K- menot_BKT	2.187729 (2.871879)	
Vuosi		
2019	1.132691* (0.6337652)	1.047807* (0.6157145)
2020	0.5463063 (0.7892319)	0.395315 (0.7716166)
2021	0.9093586 (1.13083)	0.2985984 (1.052822)
Havainnot	191	219
$R^2$ (within)	0.3501	0.2773
$R^2$ (between)	0.0238	0.0399
$R^2$ (overall)	0.0179	0.0401
Rho-luku	0.99014645	0.98923589
F-testi	6.84*** (df=10; 127)	6.57*** (df=9; 154)

\*p < 0.1; \*\*p < 0.05; \*\*\*p < 0.01.

Mallinnuksesta 1 nähdään myös, että muut muuttujat eivät ole tilastollisesti merkitseviä (ks. taulukko 5). Tämä tarkoittaa, että ajanjaksolla 2018–2021 niissä ei tapahdu riittävästi muutosta, jotta muuttujilla olisi vaikutusta ilmastokunnianhimoon maan sisällä. Tämä voi

johtua esimerkiksi siitä, ettei havaintoja ole riittävästi, tai siitä, että mukana on suhteellisen vähän kehittyviä maita. Vaihtoehtoisesti kyseessä saattaa olla myös puuttuvan muuttujan harha (englanniksi *omitted variable bias*), jolloin jokin olennainen selittävä muuttuja on jätetty mallinnuksen ulkopuolelle, mikä johtaa regression estimaattien keskinäiseen puolueellisuuteen (Wooldridge, 2013, s. 88–89). Kiinteiden vaikutusten mallissa puuttuvan muuttujan harha merkitsee sitä, että maavaikutukset saattavat selittää tuloksia. Tällöin jokin ulkopuolinen muuttuja, ja sen kiinteä vaikutus, saattaa selittää selittävän ja selitettävän muuttujan välistä suhdetta.

Mallin 1 within-selitysaste on 35.01%, mikä tarkoittaa, että se onnistuu selittämään yli kolmasosan maan sisällä kansalliseen ilmastokunnianhimoon vaikuttavista tekijöistä. Within-selitysaste selittää muutosta, joka selittävässä muuttujissa tapahtuu yksittäisen maan sisällä ajan kuluessa (Wooldridge, 2013, s. 487). Täten within-selitysaste selittää parhaiten sitä muutosta, josta tässä tutkielmassa ollaan kiinnostuneita. Vaihtoehtoisesti between-selitysaste selittää maiden välisiä eroja, kun taas overall-selitysaste kuvastaa koko aineistoa. Seuraavaksi tarkastellaan, muuttuvatko kiinteiden vaikutusten mallin tulokset, kun TK-muuttuja jätetään tarkastelun ulkopuolelle.

Taulukon 5 mallinnuksesta (2) nähdään, että havaintojen kasvaessa, myös teollisuus ja kaupungistuminen muuttuvat tilastollisesti merkitseviksi verraten mallinnuksen (1) tuloksiin. Talouskehityksen ja ulkomaankaupan negatiivinen vaikutus ilmastokunnianhimoon säilyy samana, mutta on nyt vähän pienempi. Toisin kuin OLS-mallissa, teollisuuden ja kaupungistumisen vaikutus ilmastokunnianhimoon on positiivinen kiinteiden vaikutusten paneelimallissa. Teollisuuden vaikutus ilmastokunnianhimoon on tässä mallissa voimakas; teollisuuden osuuden BKT:sta kasvaessa yhden prosenttiyksikön, ilmastokunnianhimon indeksipisteitys nousee 0.74 pistettä. Bel ja Teixidó (2020) havaitsivat teollisuuden positiivisen vaikutuksen kansalliseen ilmastokunnianhimoon korkean tulotason maissa, tosin tutkimuksessa ei tarkasteltu maan sisällä tapahtuvaa muutosta. Tässä tutkimusaineistossa on mukana suhteessa paljon korkean tulotason maita. Luvussa 4.3 esitetty 'päästöjen turvasatama' -hypoteesi saattaakin selittää tutkimustuloksia. Korkean

tulotason maiden teollisuuden kasvaessa, tehtaita siirtyy yhä enemmän kehittyviin maihin, mikä vähentää näissä kehittyneissä maissa esimerkiksi fossiilisten energialähteiden kulutusta ja kasvihuonekaasujen päästöjä.

Kaupungistumisasteen noustessa yhden prosenttiyksikön, ilmastokunnianhimon indeksipisteytys nousee jopa 1.32 pistettä (ks. taulukko 5, mallinnus 2). Kaupungistumisen ja ilmastokunnianhimon välinen positiivinen yhteys on linjassa tutkielman hypoteesin ( $H_6$ ) kanssa. OLS-menetelmässä kaupungistumisen vaikutus ilmastokunnianhimoon on negatiivinen, mutta maan sisällä kaupungistuminen lisää ilmastokunnianhimoa. Martinez-Zarzosen ja Maruottin (2011) tulos EKC-hypoteesin paikkansapitävyydestä kaupungistumisen ja kasvihuonekaasujen päästöjen välillä kehittyvissä maissa voi selittää tätä tulosta – tietyn kaupungistumisasteen saavuttamisen jälkeen kaupungistuminen lisää ilmastokunnianhimoa, ja kasvihuonekaasujen päästöt kääntyvät laskuun. Tulkinta on linjassa myös aiemmin osoitetun käänteisen EKC-hypoteesin kohdalla. Kiinteiden vaikutusten malli mittaa muutosta, joten todennäköisesti kaupungistumisasteen osalta muutosta on tapahtunut nimenomaan matalamman tulotason maissa, sillä kehittyneimmissä talouksissa kaupungistumisaste on jo valmiiksi erittäin korkea. Tämä voidaan päätellä myös korrelaatiotestistä, jossa kaupungistuminen korreloi positiivisesti tulotason kanssa, ja taas negatiivisesti haavoittuvuuden kanssa (ks. taulukko 3). Tulee kuitenkin huomioida, että kaupungistumisasteen tilastollinen merkitsevyys ei ole kovin tarkka.

Haavoittuvuus ja demokratian aste eivät ole merkitseviä muuttujia, vaikka niiden vaikutus on samansuuntainen, kuin OLS-mallissa (ks. taulukko 5, mallinnus 2). Todennäköisesti tämä johtuu siitä, että tutkimusaineistossa ilmastonmuutoksesta seuraaville vahingoille haavoittuvaisemmat, kehittyvät maat, ovat pysyneet haavoittuvaisempina, samoin kuten demokraattiset valtiot ovat säilyttäneet saavutetun korkean demokratian tasonsa. Mallin 2 within-selityksaste on 27.73%, eli vähän alempi, kuin mallissa 1 (ks. taulukko 5).



Vuoden 2019 tekemuuttuja korreloi positiivisesti ilmastokunnianhimon kanssa, ja se on tilastollisesti merkitsevä (ks. taulukko 5). Tulos voi tarkoittaa, että vuosi 2019 oli tutkimusaineiston maille vuotta 2018 kunnianhimoisempi. Selittävien muuttujien data on kolmen vuoden takainen, eli vuoden 2019 ilmastokunnianhimoa selittävien muuttujien arvot ovat vuodelta 2016. Vuonna 2015 Pariisin ilmastopöytäkirja astui voimaan, mikä saattoi hetkellisesti vaikuttaa maiden innokkuuteen vähentää kasvihuonekaasujen päästöjä vuonna 2016. Vuoden 2019 tekemuuttujan vaikutus on hieman vähemmän positiivinen mallinnuksessa 2 kuin mallinnuksessa 1 (ks. taulukko 5). Voidaan olettaa, että TK-muuttujan dataa puuttuu sellaisilta mailta, joiden ilmastokunnianhimo oli tutkimusperiodilla matalampi, ja havaintojen kasvaessa nämä maat vähentävät hieman vuosikohtaisen dummy-muuttujan positiivista vaikutusta. TK-muuttujan ja asukaskohtaisen BKT:n suhteellisen korkea korrelaatio tukee tätä tulkintaa (ks. taulukko 3).

Taulukosta 5 nähdään myös, että molemmissa malleissa Rho-luku, eli virhetermien korrelaatio kiinteän vaikutuksen kanssa, on korkea (0.99). Kuten esitetty luvussa 5.1.3, virhetermien ei tulisi korreloida maille yksilöllisten kiinteiden ominaisuuksien kanssa, koska tällöin päätelmät analyysin tuloksista eivät välttämättä pidä paikkaansa. Yksikkökohtaisten dummy-muuttujien lisääminen regressioon voi olla tehokkaampi mallinnustapa kiinteille vaikutuksille virhetermin korrelaation ollessa korkea, mikäli aineisto on suhteellisen pieni ja ajanjakso suhteellisen lyhyt (Wooldridge, 2013, s. 490). Tästä johtuen suoritettiin vaihtoehtoinen kiinteiden vaikutusten mallinnus, jossa OLS-regressioon lisättiin maakohtaiset dummy-muuttujat kontrolloimaan maakohtaisia vaikutuksia vuosikohtaisten dummy-muuttujien lisäksi. Estimointitulokset on esitetty liitteessä 2. Tulokset vastaavat muuten kiinteiden vaikutusten paneelimallien tuloksia, paitsi selitysasteet ovat nyt erittäin korkeita, mikä on dummy-regressioille tyypillistä. Tämä johtuu siitä, että nyt jokaiselle maalle ja vuodelle on olemassa oma muuttujansa, mikä selittää paljon aineiston sisällä tapahtuvasta vaihtelusta (Wooldridge, 2013, s. 488–489).

Kiinteiden vaikutusten mallissa tutkielman hypoteesit talouskasvun, ulkomaankaupan ja kaupungistumisen ( $H_1$ ;  $H_4$ ;  $H_6$ ) vaikutuksista kansalliseen ilmastokunnianhimoon hyväksytään. Hypoteesit demokratian, tutkimus- ja kehitystoiminnan sekä haavoittuvuuden osalta hylätään ( $H_2$ ;  $H_3$ ;  $H_7$ ), sillä tulokset eivät ole tilastollisesti merkitseviä. Lisäksi hypoteesi teollisuuden negatiivisesta korrelaatiosta ( $H_5$ ) hylätään. Verrattuna OLS-menetelmään, eri hypoteesit hylätään. Ainoastaan tulotason negatiivinen vaikutus ilmastokunnianhimoon ( $H_1$ ) hyväksytään molemmissa malleissa. Demokratian ja haavoittuvuuden vaikutus ilmastokunnianhimoon on samansuuntainen molemmissa mallinuksissa, mutta muuttujien tulokset ovat tilastollisesti merkitseviä ainoastaan OLS-mallissa. Mallinnusten tulosten perusteella yleisesti ilmastokunnianhimoa laskevat tulotaso, teollisuus, kaupungistuminen ja haavoittuvuus, kun taas maan sisällä ilmastokunnianhimoa laskevat tulotaso ja ulkomaankauppa. Vastaavasti demokratia ja ulkomaankauppa lisäävät yleisesti ilmastokunnianhimoa, ja maan sisällä ilmastokunnianhimoa lisää teollisuus ja kaupungistuminen.

### 5.2.3 Estimointitulosten robustisuuden testaaminen

Estimoinnin muuttujat eivät reagoi herkästi poikkeaviin havaintoihin, mikäli estimointitulokset ovat robustisia. Mitä robustimpia mallinnuksen tulokset ovat, sitä tarkempia ja virheettömämpiä päätelmiä voidaan niistä tehdä (Brooks, 2008). Tässä tutkielmassa tarkastellaan tulosten robustisuutta tarkastelemalla satunnaisvirheen heteroskedastisuutta. Satunnaisvirheen heteroskedastisuutta testataan White-testin avulla. Satunnaisvirheen varianssin homoskedastisuuden selvittäminen voi olla haastavaa, jolloin oletus voidaan korvata oletuksella, että satunnaisvirhe ei korreloi yhdenkään selittävän muuttujan, selittävien muuttujien neliötermien, eikä selittävien muuttujien ristikkäistermien välillä (Wooldridge, 2013, s. 279). White-testissä lisätään selittävien muuttujien neliötermit ja ristikkäistermit mukaan regressioon, jolloin regressio on muotoa:

$$(15) \quad \hat{u}^2 = \alpha + \beta_1 \ln(Y_i) + \beta_2 \text{TRADE}_2 + \beta_3 \text{IND}_3 \dots + \beta_9 \ln(Y_i)_1^2 + \beta_{10} \text{TRADE}_2^2 + \beta_{11} \text{IND}_3^2 \dots + \beta_{16} \ln(Y_i)_1 \text{TRADE}_2 + \beta_{17} \ln(Y_i)_1 \text{IND}_3 + \beta_{18} \text{TRADE}_2 \text{IND}_3 \dots + u_i$$

Mikäli White-testin p-arvo on alle 0.01, niin nollahypoteesi  $H_0$  virhetermin homoskedastisuudesta hylätään. Tällöin virhetermit ovat heteroskedastisia, mikä tarkoittaa, että estimoinnin robustisuutta on aiheellista tarkastella. White-testin tulokset on esitetty taulukossa 6.

**Taulukko 6.** White-testi satunnaisvirheen heteroskedastisuudesta OLS-regressioissa.

**White-testi**

OLS	OLS ilman TK-muuttujaa	OLS EKC
chi2(59) = 126.17 P > chi2 = 0.0000	chi2(48) = 94.93 P > chi2 = 0.0001	chi2(58) = 129.96 P > chi2 = 0.0000

$H_0$ : homoskedastinen

$H_1$ : ei homoskedastisuutta; heteroskedastinen

Taulukosta 6 nähdään, että  $p < 0.01$  jokaisen mallinnuksen kohdalla, mikä tarkoittaa, että satunnaisvirhe on heteroskedastinen, ja virhetermien hajonta vaihtelee selittävien muuttujien arvojen muuttuessa.  $H_0$  hylätään, ja satunnaisvirheen heteroskedastisuudesta johtuen suoritetaan robustit regressiot (ks. taulukko 7 seuraavalla sivulla). Seuraavaksi verrataan tuloksia aikaisemmin esitettyihin estimointituloksiin.

Taulukosta 7 nähdään robustien pienimmän neliösumman menetelmien tulokset. Robustisuuden parantaminen lisää ulkomaankaupan tilastollista merkitsevyyttä 5% merkitsevyyksasteelle mallissa 1 (ks. taulukko 4 & taulukko 7). Vastaavasti mallissa 2, kaupungistumisasteen merkitsevyyksaste nousee 5% tilastollisesti merkitseväksi (ks. taulukko 4 & taulukko 7). Regressioissa muuttujien kertoimet ovat edelleen samat, kuten myös mallien selityksasteet, mutta keskivirheiden hajonta muuttuu. Kuitenkin monilta osin estimaattien keskivirheen vaihtelu vähenee, mikä on yllättävää, sillä yleisesti robustisuuden parantaminen lisää epävarmuutta, ja siten estimaattien keskivirheen vaihtelua. Näin ollen robustien regressioiden tuloksia voidaan pitää erittäin luotettavina.

Taulukko 7. Robustit OLS-menetelmän regressiot.

CCPI	1	2	3
log_bkt	-7.604094*** (2.426222)	-8.748936*** (1.986574)	-67.87207*** (11.7225)
log_bkt <sup>2</sup>			3.035667*** (0.6102432)
Ulkomaan- kauppa_BKT	0.0256582** (0.0130005)	0.0254395** (0.0109542)	0.0210692* (0.012386)
Teollisuus_ BKT	-0.3725322** (0.1587707)	-0.4675073*** (0.1398916)	-0.403972*** (0.1307966)
Kaupungistu- misaste	-0.0694409 (0.0611804)	-0.1266189** (0.0587596)	-0.0825989 (0.0578097)
Haavoittu- vuus-indeksi	-0.5152801* (0.2831316)	-0.8520541*** (0.2688108)	-0.9214011*** (0.2512646)
Demokratia- indeksi	0.1966665*** (0.0461475)	0.2011254*** (0.0433583)	0.2188458*** (0.0420532)
T&K- menot_BKT	0.8895127 (1.406931)		
Vuosi			
2019	2.052307 (2.117898)	1.313045 (2.054531)	1.319104 (2.0105)
2020	0.624896 (2.173546)	0.8142687 (2.06415)	0.8956892 (1.974524)
2021	0.7067161 (2.365156)	0.8022999 (2.141401)	0.8093133 (2.032599)
Havainnot	191	219	219
R <sup>2</sup>	0.2120	0.3191	0.3796
Korjattu R <sup>2</sup>	0.1682	0.2898	0.3498
F-testi	6.01*** (df=10; 180)	13.41*** (df=9; 209)	18.10*** (df=10; 208)

\*p < 0.1; \*\*p < 0.05; \*\*\*p < 0.01.

On oletettavaa, että virhetermit ovat heteroskedastisia ja autokorreloituneita myöskin kiinteiden vaikutusten paneelimalleissa, mistä johtuen tehdään robustit regressiot myös kiinteiden vaikutusten malleille. Taulukossa 8 seuraavalla sivulla on esitetty kiinteiden vaikutusten paneelidatamallinnusten tulokset, kun robustisuutta on parannettu. Kiinteiden vaikutusten mallissa 2, kaupungistumisasteen tilastollinen merkitsevyys paranee 5% merkitsevyysasteelle, kun taas teollisuus ei näyttäisi olevan enää tilastollisesti merkitsevä muuttuja (ks. taulukko 5 & taulukko 8). Samalla kaupungistumisasteen keskivirheen hajonta vähenee, kun taas teollisuuden keskivirheen hajonta kasvaa. Muuttujien kertoimet ja mallien selitysasteet säilyvät samoina molemmissa malleissa, mutta estimaattien keskivirheiden hajonta muuttuu. Muutokset keskivirheiden hajonnoissa ovat kuitenkin

suhteellisen vähäisiä, ja välillä myös muuttujien satunnaisvirheen hajonta vähenee. Robustisuutta korjaavia estimointituloksia voidaan siis pitää myös kiinteiden vaikutusten mallinnusten osalta melko luotettavina.

**Taulukko 8.** Robustit regressiot kiinteiden vaikutusten mallinuksissa.

CCPI	1	2
log_bkt	-16.5816*** (3.85732)	-13.18304*** (3.500406)
Ulkomaan- kauppa_BKT	-0.2762449*** (0.0799678)	-0.2388256*** (0.0695999)
Teollisuus_ BKT	0.3212389 (0.4197478)	0.7486775 (0.5081439)
Kaupungistu- misaste	1.171973 (0.7021872)	1.322919** (0.6583829)
Haavoittu- vuus-indeksi	-1.747984 (2.57138)	-2.062581 (2.230421)
Demokratia- indeksi	0.1063951 (0.0540801)	0.0909351 (0.0611164)
T&K- menot_BKT	2.187729 (2.989269)	
Vuosi		
2019	1.132691* (0.6189723)	1.047807* (0.6000155)
2020	0.5463063 (0.7980448)	0.395315 (0.7872233)
2021	0.9093586 (1.115795)	0.2985984 (0.9644869)
Havainnot	191	219
R <sup>2</sup> (within)	0.3501	0.2773
R <sup>2</sup> (between)	0.0238	0.0399
R <sup>2</sup> (overall)	0.0179	0.0401
Rho-luku	0.99014645	0.98923589
F-testi	11.79*** (df=10; 53)	9.99*** (df=9; 55)

\*p < 0.1; \*\*p < 0.05; \*\*\*p < 0.01.

Robustisuutta korjaavien estimointien jälkeen voidaan todeta, että maan sisällä teollisuuden ilmastokunnianhimoa lisäävään vaikutukseen voidaan suhtautua kriittisesti. Kaupungistumisaste sen sijaan muuttuu merkittävämmäksi muuttujaksi sekä OLS-menettelyn regressioissa että kiinteiden vaikutusten paneeliregressioissa. Talouskasvu ja ulkomaankauppa laskevat ilmastokunnianhimoa maan sisällä, kun taas kaupungistuminen lisää kansallista ilmastokunnianhimoa. Yleisesti tulotaso, teollisuus, kaupungistuminen ja haavoittuvuus laskevat ilmastokunnianhimoa, kun taas ulkomaankauppa ja demokratia

lisäävät sitä. Tulotason negatiivinen vaikutus ilmastokunnianhimoon on kuitenkin suurempi kiinteiden vaikutusten malleissa OLS-malleihin verrattaessa, mikä tukee aiemmin todettua käänteistä EKC-hypoteesia ilmastokunnianhimon ja talouskasvun välillä.

## 6 Johtopäätökset

Tässä pro gradu –tutkielmassa pyrittiin selvittämään, mitkä rakenteelliset tekijät vaikuttavat kansalliseen kunnianhimoon ehkäistä ilmastonmuutosta, eli tuottaa ilmastorelevantteja julkishyödykkeitä ja vähentää kasvihuonekaasujen päästöjä. Tutkielman tavoitteena oli selvittää, mitkä tekijät nostavat tai laskevat kansallista ilmastokunnianhimoa yleisesti, ja mitkä tekijät vaikuttavat ilmastokunnianhimoon ajan myötä yksittäisen maan sisällä. Tarkasteltavat tekijät olivat nimellinen asukaskohtainen BKT, ulkomaankaupan osuus BKT:sta, teollisuuden osuus BKT:sta, kaupungissa asuvan väestön osuus koko väestöstä, haavoittuvuusindeksi (ilmastonmuutoksen seurauksille), demokratiaindeksi sekä TK-menojen osuus BKT:sta. Erityisesti ajan mittaan tapahtuvaa muutosta ilmastokunnianhimoissa yksittäisen maan sisällä on tutkittu kirjallisuudessa vähemmän. Muutoksen tarkastelu on kuitenkin perusteltua, sillä näin voidaan paremmin ymmärtää, miten eri taloudellisen ja teknologisen kehityksen vaiheissa oleville maille eri tekijät saattavat vaikuttaa ilmastokunnianhimoon. Maan sisällä tapahtuvia muutoksia tarkasteltiin kiinteiden vaikutusten mallinnuksella, sillä näin pystyttiin kontrolloimaan kiinteitä vaikutuksia, eli regression ulkopuolelle jätettyjen muuttujien mahdollista korrelaatiota selittävien tekijöiden kanssa. Lisäksi johtuen talouskasvun kiistanalaisista nettovaikutuksista ilmastokunnianhimoon, tutkielmassa testattiin käänteisen EKC-hypoteesin, eli ilmastokunnianhimon ja asukaskohtaisen tulotason välisen U-mallisen suhteen voimassaoloa tutkimusaineistossa.

Tulokset OLS-menetelmän mallinnusten osalta asukaskohtaisen tulotason ja teollisuuden negatiivisista, sekä demokratian positiivisista vaikutuksista ilmastokunnianhimoon vastasivat tutkielman hypoteeseja, ja vahvistivat aiemmin kirjallisuudessa esitettyjä tuloksia. TK-menojen osalta tulokset eivät olleet tilastollisesti merkitseviä, ja kaikki muuttajat muuttuivat tilastollisesti merkitseviksi, kun TK-muuttuja jätettiin mallinnuksen ulkopuolelle. Tämä saattaa selittyä esimerkiksi sillä, että TK-menot mittaavat vain osittain

ympäristöinnovaatioita<sup>3</sup>. Aiemmat tutkimustulokset ulkomaankaupan ja kaupungistumisasteen vaikutuksista ilmastokunnianhimoon ovat monitulkintaisia, ja OLS-mallinnuksissa tutkielman hypoteesit näiden muuttujien osalta hylättiin. Ulkomaankaupan havaittiin korreloivan positiivisesti ilmastokunnianhimon kanssa, mikä on linjassa Mavraganin ym. (2016) tulosten kanssa. Kaupungistumisasteen vaikutus ilmastokunnianhimoon oli negatiivinen, mikä taas tukee Gassebnerin ym. (2008) tuloksia. Haavoittuvuuden vahvasti negatiivinen vaikutus ilmastokunnianhimoon poikkesi Tørstadin ym. (2020) aiemmista tutkimustuloksista. Lisäksi käänteinen EKC-hypoteesi tutkimusaineistolle hyväksyttiin ja U-mallinen suhde asukaskohtaisen BKT:n ja ilmastokunnianhimon välillä tunnistettiin, kun mallinnukseen lisättiin tulotason logaritmin neliötermi.

OLS-mallinnusten tuloksien osalta asukaskohtaisen BKT:n negatiivinen vaikutus ilmastokunnianhimoon oli suhteellisen pieni verrattuna teollisuuden negatiiviseen vaikutukseen. Suurin negatiivinen vaikutus ilmastokunnianhimoon oli haavoittuvuudella. Tuloksia voidaan selittää sillä, että tutkimusaineistossa ei ole mukana matalan tulotason maita, eli kaikkein köyhimpiä ja haavoittuvaisimpia maita. Keskitulotason maat ovat todennäköisesti tutkimusaineistossa haavoittuvaisimpia maita, ja niissä teollisuuden osuus BKT:sta on suurempi verraten kehittyneimpiin teollisuusmaihiin. Haavoittuvuuden suhteellisen pieni keskihajonta ja teollisuuden negatiivinen korrelaatio suhteessa asukaskohtaiseen tulotasoon vahvistaa tulkintaa. Tehdasteollisuus taas siirtyy globalisaation ja monikan-sallisten yritysten myötä kehittyneistä maista matalamman tulotason maihiin, mikä edelleen saattaa vääristää matalamman tulotason maiden ilmastokunnianhimoa. Lisäksi demokratian asteen ja ulkomaankaupan positiivisen vaikutuksen ilmastokunnianhimoon voidaan päätellä kytkeytyvän toisiinsa; demokratia lisää edellytyksiä talouskehitykselle, mikä taas globaalissa maailmassa tarkoittaa yhä useammin ulkomaankaupan kasvua. Talouden avoimuus taas edistää teknologista siirtymää ja tiedon leviämistä maasta toiseen,

---

<sup>3</sup> Esimerkiksi joka toinen vuosi tehtävä Community Innovation Survey (CIS), voisi käsittää ilmastositonnaisia innovaatioita kattavammin, mutta ei sovellu tämän tutkielman muuttujaksi, sillä aineistoa ei ole saatavilla jokaiselle vuodelle.



mikä edelleen tukee paremman teknologian kehittämistä, ja tehokkaampien päästövähennysten aikaansaamista. Demokratian suhteellisen suuri korrelaatio tulotason kanssa, ja käänteisen EKC-hypoteesin vahvistaminen tutkimusaineistossa, tukevat tulkintaa.

Kiinteiden vaikutusten mallinnusten tulokset vastasivat tutkielman hypoteeseja asukas-kohtaisen tulotason ja ulkomaankaupan negatiivisista vaikutuksista ja kaupungistumisen positiivisesta vaikutuksesta ilmastokunnianhimoon. Tulokset ulkomaankaupan vaikutuksesta ovat linjassa Bättigin ja Bernauerin (2009) sekä Belin ja Teixidón (2020) aiempien tutkimustulosten kanssa, ja kaupungistumisasteen osalta tulokset tukevat Wangin ym. (2018) tuloksia. Haavoittuvuus, demokratia ja TK-menot BKT:sta eivät olleet tilastollisesti merkitseviä muuttujia, mutta niiden suunta säilyi samana OLS-mallinnusten kanssa. Tulos voi selittyä sillä, ettei muuttujissa tapahtunut tarpeeksi muutosta tutkimusajanjaksoilla, tai vaihtoehtoisesti puuttuvan muuttujan harhalla.

Tulotason negatiivinen vaikutus ilmastokunnianhimoon kiinteiden vaikutusten mallinuksissa oli lähes kaksinkertainen verrattuna OLS-mallinuksisiin. Tulotason yleinen vaikutus ilmastokunnianhimoon on OLS-malleissa matalampi, sillä aineiston maista suurin osa on kehittyneitä teollisuusmaita. Lisäksi kaupungistumisen positiivinen vaikutus ilmastokunnianhimoon oli kiinteiden vaikutusten malleissa suhteellisen suuri. Kiinteiden vaikutusten malli mittaa muuttujissa tapahtuvaa muutosta, jolloin tulosten perusteella todennäköisesti muutosta on tapahtunut eniten matalamman tulotason, eli tutkimusaineistossa keskitulotason maissa. Tulkintaa tukee se, että esimerkiksi tulotason kanssa voimakkaasti korreloivassa demokratian asteessa ei tapahdu tilastollisesti merkitsevää muutosta kiinteiden vaikutusten mallissa. Lisäksi tulotason voimakkaampi negatiivinen vaikutus, käänteisen EKC-hypoteesin vahvistaminen, ja kaupungistumisen voimakas korrelaatio tulotason kanssa vahvistavat tulkintaa. Keskitulotason maissa talous kasvaa korkean tulotason maita suhteellisesti nopeammin, jolloin myös tulotason negatiivinen vaikutus ja kaupungistumisen positiivinen vaikutus ilmastokunnianhimoon ovat suhteessa suurempia. Kaupungistumisasteen voimakas positiivinen yhteys ilmastokunnianhimoon tukee Martinez-Zarzosen ja Maruottin (2011) tutkimustuloksia käänteisestä U-mallisesta

yhteydestä kaupungistumisen ja kasvihuonekaasujen päästöjen välillä kehittyvissä maissa. Vaikka useiden muuttujien kertoimet muuttuvat kiinteiden vaikutusten mallinuksissa, tulokset eivät ole ristiriidassa OLS-mallinnusten tulosten kanssa.

Mallinnusten robustisuusanalyysi - jossa satunnaisvirheen heteroskedastisuus todettiin, ja jonka jälkeen suoritettiin robustit regressiot - osoittaa, että muuttujien kertoimet säilyivät samoina, ja keskivirheen keskihajonta monien muuttujien osalta jopa väheni. Robustisuutta korjaavat estimoinnit paransivat kaupungistumisasteen tilastollista merkittävyyttä sekä OLS että kiinteiden vaikutusten malleissa. Teollisuuden positiivinen vaikutus ilmastokunnianhimoon kiinteiden vaikutusten malleissa ei kuitenkaan ollut robusteissa regressioissa enää tilastollisesti merkitsevä. Robustisuusanalyysi vahvisti tutkimustuloksia.

Yhteenvetona voidaan todeta, että tulotason vaikutus ilmastokunnianhimoon muuttuu sitä vähemmän negatiiviseksi, mitä pidemmälle talouskehitys on maassa edennyt. Käänteisen EKC-hypoteesin hyväksyminen, ja erot tulotason vaikutuksissa OLS ja kiinteiden vaikutusten mallinnusten välillä kuvastavat, että talouskasvun vaikutukset ilmastokunnianhimoon eivät ole yksiselitteisesti pelkästään heikentäviä. Tulotaso korreloi suhteellisen vahvasti demokratian asteen kanssa, joka niin tässä tutkielmassa, kuin aiemmissakin tutkimuksissa, on osoitettu ilmastokunnianhimoa lisääväksi tekijäksi. Samoin talouden avoimuus kytkeytyy demokratian tavoin pitkälle edenneeseen talouskehitykseen. Kaupungistumisen voimakkaan positiivinen vaikutus ilmastokunnianhimoon kiinteiden vaikutusten mallissa taas kuvastaa, miten erityisesti keskitulotason maille kaupungistuminen voi tietyn kaupungistumisasteen saavuttamisen jälkeen lisätä kansallista ilmastokunnianhimoa. Tutkielman tulokset antavat empiiristä tukea sille, että erilaisille maille eri tekijät nostavat kansallista ilmastokunnianhimoa, mikä pitäisi huomioida myös kansainvälisissä ilmastopöytäkirjoissa. Tulosten perusteella kansainvälinen ilmastopäätöksenteko voisi kehittyä kunnianhimoisemmaksi, jos keskitulotason maiden kaupungistumista edistettäisiin, päästöjen turvasatamien syntymistä matalamman tulotason maihin säänneltäisiin, ja demokratian tasoon yleisesti kiinnitettäisiin enemmän huomiota.

Tulevaisuudessa tulee tutkia vielä lisää yleisten vaikutusten lisäksi ilmastokunnianhimoa muuttavia tekijöitä yksittäisen maan sisällä. Keskitulotason maiden - joissa talous ja kaupungistumisaste kasvaa tällä hetkellä suhteellisen nopeasti - ilmastokunnianhimon tarkempi tarkastelu vaikuttaa aiheelliselta, kaikista vauraimpien ja kaikista köyhimpien maiden tutkimuksen rinnalla. Myös ympäristöinnovaatioita kuvastavien TK-menojen ja koulutuksen vaikutusta ilmastokunnianhimoon olisi syytä tutkia tulevaisuudessa enemmän, sillä ne ovat ratkaisevia tekijöitä teknologisten innovaatioiden, ja siten ilmastokriisin ratkaisemisen kannalta. Lisäksi käänteisen EKC-hypoteesin laajempi tutkimus olisi perusteltua tämän tutkielman tilastollisesti merkitsevien, ja aiemmista tutkimuksista poikkeavien tulosten valossa. Ilmastokunnianhimoa ei voida selittää ainoastaan historiallisilla kasvihuonekaasujen päästöillä, mihin perinteinen EKC-hypoteesi perustuu, ja johon toistaiseksi alan empiirinen tutkimus keskittyy.

## Lähteet

- Adams, S., & Klobodu, E. (2017). Urbanization, democracy, bureaucratic quality, and environmental degradation. *Journal of Policy Modeling*, 39(6), 1035-1051. <https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2017.04.006>
- Adams, S., & Klobodu, E. (2018). Financial development and environmental degradation: Does political regime matter? *Journal of Cleaner Production*, 197, 1472-1479. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.252>
- Adams, S., & Acheampong, A. (2019). Reducing carbon emissions: The role of renewable energy and democracy. *Journal of Cleaner Production*, 240, 118245. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118245>
- Ahn, T. K., Ostrom, E., & Walker, J. (1998). Trust and reciprocity: Experimental evidence from PD games. In *Bloomington: Indiana University, Workshop in Political Theory and Policy Analysis, Working paper*.
- Aichele, R., & Felbermayr, G. (2012). Kyoto and the carbon footprint of nations. *Journal of Environmental Economics and Management*, 63(3), 336-354. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2011.10.005>
- Aichele, R., & Felbermayr, G. (2013). The Effect of the Kyoto Protocol on Carbon Emissions. *Journal of Policy Analysis and Management*, 32(4), 731-757. <https://doi.org/10.1002/pam.21720>
- Akin, C. S. (2014). The Impact of Foreign Trade, Energy Consumption and Income on Co2 Emissions. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 4(3), 465-475. <https://search-proquest-com.proxy.uwasa.fi/scholarly-journals/impact-foreign-trade-energy-consumption-income-on/docview/1550962351/se-2?accountid=14797>
- Almer, C., & Winkler, R. (2017). Analyzing the effectiveness of international environmental policies: The case of the Kyoto Protocol. *Journal of Environmental Economics and Management*, 82, 125-151. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2016.11.003>
- Anderberg, S. (1998). Industrial metabolism and the linkages between economics, ethics and the environment. *Ecological Economics*, 24(2-3), 311-320. [https://doi.org/10.1016/s0921-8009\(97\)00151-1](https://doi.org/10.1016/s0921-8009(97)00151-1)

- Andreoni, J. (1990). Impure Altruism and Donations to Public Goods: A Theory of Warm-Glow Giving. *The Economic Journal*, 100(401), 464. <https://doi.org/10.2307/2234133>
- Antweiler, W., Copeland, B., & Taylor, M. (2001). Is Free Trade Good for the Environment? *American Economic Review*, 91(4), 877-908. <https://doi.org/10.1257/aer.91.4.877>
- Aye, G., & Edoja, P. (2017). Effect of economic growth on CO2 emission in developing countries: Evidence from a dynamic panel threshold model. *Cogent Economics & Finance*, 5(1), 1379239. <https://doi.org/10.1080/23322039.2017.1379239>
- Baiardi, D., & Morana, C. (2021). Climate change awareness: Empirical evidence for the European Union. *Energy Economics*, 96, 105163. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105163>
- Bailer, S. (2012). Strategy in the climate change negotiations: do democracies negotiate differently? *Climate Policy*, 12(5), 534-551. <https://doi.org/10.1080/14693062.2012.691224>
- Barrett, S. (1998). Political economy of the Kyoto Protocol. *Oxford Review of Economic Policy*, 14(4), 20-39. <https://doi.org/10.1093/oxrep/14.4.20>
- Barrett, S. (2007). *Why cooperate? The incentive to supply global public goods*. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199211890.001.0001>
- Battaglini, M., & Harstad, B. (2016). Participation and Duration of Environmental Agreements. *Journal of Political Economy*, 124(1), 160-204. <https://doi.org/10.1086/684478>
- Bel, G., & Teixidó, J. (2020). The political economy of the Paris Agreement: Income inequality and climate policy. *Journal of Cleaner Production*, 258, 121002. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121002>
- Bhagwati, J. (1993). The Case for Free Trade. *Scientific American*, 269(5), 42-49. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican1193-42>
- Bosetti, V., Carraro, C., Massetti, E., & Tavoni, M. (2008). International energy R&D spillovers and the economics of greenhouse gas atmospheric stabilization. *Energy Economics*, 30(6), 2912-2929. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2008.04.008>

- Boyd, R., & Richerson, P. J. (1988). *Culture and the evolutionary process*. University of Chicago press.
- Brooks, C. (2008). *Introductory Econometrics for Finance* (2. painos). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511841644>
- Buanawaty, P., & Fithra, F. H. (2017). The Impact of Kyoto Protocol on Environment Quality in the Free Trade Era: The Case of G20 Countries. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 7(3), 36-42. <https://search-proquest-com.proxy.uwasa.fi/scholarly-journals/impact-kyoto-protocol-on-environment-quality-free/docview/2270060411/se-2?accountid=14797>
- Burck, J., Marten, F., Bals, C., Höhne, N., Frisch, C., Clement, N. & Szu-Chi, K. (2018). *Climate Change Performance Index 2018*. Noudettu 28.5.2021 osoitteesta [https://ccpi.org/wp-content/uploads/climate\\_change\\_performance\\_index\\_2018\\_20503.pdf](https://ccpi.org/wp-content/uploads/climate_change_performance_index_2018_20503.pdf)
- Burck, J., Hagen, U., Bals, C., Höhne, N., & Nascimento, L. (2021). *Climate Change Performance Index 2021*. Noudettu 3.3.2021 osoitteesta <https://ccpi.org/download/the-climate-change-performance-index-2021/>
- Bättig, M., & Bernauer, T. (2009). National Institutions and Global Public Goods: Are Democracies More Cooperative in Climate Change Policy? *International Organization*, 63(2), 281-308. <https://doi.org/10.1017/s0020818309090092>
- Börgers, T., & Sarin, R. (1997). Learning Through Reinforcement and Replicator Dynamics. *Journal of Economic Theory*, 77(1), 1-14. <https://doi.org/10.1006/jeth.1997.2319>
- CAT. (2021). *Climate Action Tracker*. Noudettu 9.3.2021 osoitteesta <https://climateactiontracker.org>
- Chen, Y., & Lee, C. (2020). Does technological innovation reduce CO2 emissions? Cross-country evidence. *Journal of Cleaner Production*, 263, 121550. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121550>
- Churchill, S., Inekwe, J., Smyth, R., & Zhang, X. (2019). R&D intensity and carbon emissions in the G7: 1870–2014. *Energy Economics*, 80, 30-37. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.12.020>

- Climate Watch. (2021). *Climate Watch*. Noudettu 9.3.2021 osoitteesta <https://www.climatewatchdata.org>
- Cole, M. A. (1999). Examining the environmental case against free trade. *Journal of World Trade*, 33(5), 183-196. <https://search-proquest-com.proxy.uwasa.fi/scholarly-journals/examining-environmental-case-against-free-trade/docview/217565302/se-2?accountid=14797>
- Cole, M. (2004). Trade, the pollution haven hypothesis and the environmental Kuznets curve: examining the linkages. *Ecological Economics*, 48(1), 71-81. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2003.09.007>
- Coppedge, M., ym. (2021). V-Dem [Country–Year/Country–Date] Dataset v11.1. *Varieties of Democracy Project*. <https://doi.org/10.23696/vdemds21>
- Crippa, M., Oreggioni, G., Guizzardi, D., Muntean, M., Schaaf, E., Lo Vullo, E., Solazzo, E., Monforti-Ferrario, F., Olivier, J.G.J., Vignati, E. (2019). *Fossil CO2 and GHG emissions of all world countries - 2019 Report*, EUR 29849 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2019, ISBN 978-92-76-11100-9, doi:10.2760/687800, JRC117610.
- Daly, H. (1993). The Perils of Free Trade. *Scientific American*, 269(5), 50-57. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican1193-50>
- Damania, R., Fredriksson, P., & List, J. (2003). Trade liberalization, corruption, and environmental policy formation: theory and evidence. *Journal of Environmental Economics and Management*, 46(3), 490-512. [https://doi.org/10.1016/s0095-0696\(03\)00025-1](https://doi.org/10.1016/s0095-0696(03)00025-1)
- Davis, S., Peters, G., & Caldeira, K. (2011). The supply chain of CO2 emissions. *Proceedings of The National Academy of Sciences*, 108(45), 18554-18559. <https://doi.org/10.1073/pnas.1107409108>
- Dean, J. (2002). Does trade liberalization harm the environment? A new test. *Canadian Journal of Economics/Revue Canadienne D'Économique*, 35(4), 819-842. <https://doi.org/10.1111/0008-4085.00155>
- DeCanio, S., & Fremstad, A. (2013). Game theory and climate diplomacy. *Ecological Economics*, 85, 177-187. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.04.016>

- Dietz, T., & Zhao, J. (2011). Paths to climate cooperation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(38), 15671-15672. <https://doi.org/10.1073/pnas.1112844108>
- Dinda, S. (2004). Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey. *Ecological Economics*, 49(4), 431-455. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2004.02.011>
- Duong, T., & Hultberg, P. (2018). Trade Openness, Economic Growth, and Environmental Degradation in Asian Developing Countries. *Journal of Applied Business and Economics*, 20(5). <https://doi.org/10.33423/jabe.v20i5.361>
- Engels, A. (2018). Understanding how China is championing climate change mitigation. *Palgrave Communications*, 4(1). <https://doi.org/10.1057/s41599-018-0150-4>
- Esty, D. C., & Ivanova, M. H. (2004). *Globalization and environmental protection: a global governance perspective*. Yale School of Forestry & Environmental Studies.
- Fan, Y., Liu, L., Wu, G., & Wei, Y. (2006). Analyzing impact factors of CO2 emissions using the STIRPAT model. *Environmental Impact Assessment Review*, 26(4), 377-395. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2005.11.007>
- Farzin, Y., & Bond, C. (2006). Democracy and environmental quality. *Journal of Development Economics*, 81(1), 213-235. <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2005.04.003>
- Finus, M. (2008). Game Theoretic Research on the Design of International Environmental Agreements: Insights, Critical Remarks, and Future Challenges. *International Review of Environmental and Resource Economics*, 2(1), 29-67. <https://doi.org/10.1561/101.00000011>
- Fischer, C., & Newell, R. (2008). Environmental and technology policies for climate mitigation. *Journal of Environmental Economics and Management*, 55(2), 142-162. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2007.11.001>
- Frankel, J., & Rose, A. (2005). Is Trade Good or Bad for the Environment? Sorting Out the Causality. *Review of Economics and Statistics*, 87(1), 85-91. <https://doi.org/10.1162/0034653053327577>
- Frey, B.S., & Oberholzer-Gee, F. (1997). The cost of price incentives: An empirical analysis of motivation crowding-out. *American Economic Review*, 87(4), 746-755.



- Gassebner, M., Gaston, N., & Lamla, M. (2008). Relief for the environment? The importance of an increasingly unimportant industrial sector. *Economic Inquiry*, *46*(2), 160-178. <https://doi.org/10.1111/j.1465-7295.2007.00086.x>
- Gilley, B. (2012). Authoritarian environmentalism and China's response to climate change. *Environmental Politics*, *21*(2), 287-307. <https://doi.org/10.1080/09644016.2012.651904>
- Gneezy, U., & Rustichini, A. (2000). A Fine is a Price. *The Journal of Legal Studies*, *29*(1), 1-17. <https://doi.org/10.1086/468061>
- Graham, J., Nosek, B., Haidt, J., Iyer, R., Koleva, S., & Ditto, P. (2011). Mapping the moral domain. *Journal of Personality and Social Psychology*, *101*(2), 366-385. <https://doi.org/10.1037/a0021847>
- Grossman, G., & Krueger, A. (1991). Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement. <https://doi.org/10.3386/w3914>
- Grossman, G., & Krueger, A. (1995). Economic Growth and the Environment. *The Quarterly Journal of Economics*, *110*(2), 353-377. <https://doi.org/10.2307/2118443>
- Grunewald, N., & Martinez-Zarzoso, I. (2015). Did the Kyoto Protocol fail? An evaluation of the effect of the Kyoto Protocol on CO<sub>2</sub> emissions. *Environment and Development Economics*, *21*(1), 1-22. <https://doi.org/10.1017/s1355770x15000091>
- Güth, W., & Kliemt, H. (1998). The indirect evolutionary approach. *Rationality and Society*, *10*(3), 377-399. <https://doi.org/10.1177/104346398010003005>
- Haidt, J. (2012). *The righteous mind: Why good people are divided by politics and religion*.
- Halkos, G., & Tzeremes, N. (2013). Carbon dioxide emissions and governance: A nonparametric analysis for the G-20. *Energy Economics*, *40*, 110-118. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2013.06.010>
- Harring, N. (2014). Corruption, inequalities and the perceived effectiveness of economic pro-environmental policy instruments: A European cross-national study. *Environmental Science & Policy*, *39*, 119-128. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2013.08.011>

- Heggelund, G. (2007). China's Climate Change Policy: Domestic and International Developments. *Asian Perspective*, 31(2), 155-191. <https://doi.org/10.1353/apr.2007.0017>
- Heggelund, G. (2021). China's climate and energy policy: at a turning point? *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, 21(1), 9-23. <https://doi.org/10.1007/s10784-021-09528-5>
- Hoffert, M., Caldeira, K., Benford, G., Criswell, D., Green, C., & Herzog, H. et al. (2002). Advanced Technology Paths to Global Climate Stability: Energy for a Greenhouse Planet. *Science*, 298(5595), 981-987. <https://doi.org/10.1126/science.1072357>
- Holz, C., Kartha, S., & Athanasiou, T. (2017). Fairly sharing 1.5: national fair shares of a 1.5 °C-compliant global mitigation effort. *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, 18(1), 117-134. <https://doi.org/10.1007/s10784-017-9371-z>
- Howard, J. (2006). Using game theory to explain the behaviour of participants involved in a regional governance process. *Rural Society*, 16(3), 254-270. <https://doi.org/10.5172/rsj.351.16.3.254>
- IEA. (2019). *Energy Policies of IEA Countries: United States 2019 Review*. IEA. Noudettu 31.5.2021 osoitteesta [https://iea.blob.core.windows.net/assets/7c65c270-ba15-466a-b50d-1c5cd19e359c/United\\_States\\_2019\\_Review.pdf](https://iea.blob.core.windows.net/assets/7c65c270-ba15-466a-b50d-1c5cd19e359c/United_States_2019_Review.pdf)
- IEA. (2020). *Coal 2020: Analysis and forecast to 2025*. IEA. Noudettu 31.5.2021 osoitteesta [https://iea.blob.core.windows.net/assets/00abf3d2-4599-4353-977c-8f80e9085420/Coal\\_2020.pdf](https://iea.blob.core.windows.net/assets/00abf3d2-4599-4353-977c-8f80e9085420/Coal_2020.pdf)
- IPCC. (2014). *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- IPCC. (2018). *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the*

- threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate *poverty*. Geneva, Switzerland: World Meteorological Organization.
- Jamieson, D. (2014). *Reason in a dark time: why the struggle against climate change failed and why our choices still matter*. Oxford University Press.
- Khan, F., & Sovacool, B. (2016). Testing the efficacy of voluntary urban greenhouse gas emissions inventories. *Climatic Change*, 139(2), 141-154. <https://doi.org/10.1007/s10584-016-1793-z>
- Kikuchi, M., Watanabe, Y., & Yamagishi, T. (1997). Judgment Accuracy of Other's Trustworthiness and General Trust: An Experimental Study. *The Japanese Journal of Experimental Social Psychology*, 37(1), 23-36. <https://doi.org/10.2130/jjesp.37.23>
- King, L., & van den Bergh, J. (2019). Normalization of Paris agreement NDCs to enhance transparency and ambition. *Environmental Research Letters*, 14(8), 084008. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab1146>
- Kirkpatrick, C., & Scrieci, S. (2008). Is trade liberalization bad for the environment? A review of the economic evidence. *Journal of Environmental Planning and Management*, 51(4), 497-510. <https://doi.org/10.1080/09640560802116988>
- Kuramochi, T. (2015). Review of energy and climate policy developments in Japan before and after Fukushima. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 43, 1320-1332. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.12.001>
- Kuznets, S. (1955). Economic Growth and Income Inequality. *The American Economic Review*, 45(1), 1-28. Retrieved April 20, 2021, from <http://www.jstor.org/stable/1811581>
- Liddle, B., & Lung, S. (2010). Age-structure, urbanization, and climate change in developed countries: revisiting STIRPAT for disaggregated population and consumption-related environmental impacts. *Population and Environment*, 31(5), 317-343. <https://doi.org/10.1007/s11111-010-0101-5>
- Mankiw, N., Romer, D., & Weil, D. (1992). A Contribution to the Empirics of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 107(2), 407-437. <https://doi.org/10.2307/2118477>

- Martínez-Zarzoso, I., & Maruotti, A. (2011). The impact of urbanization on CO2 emissions: Evidence from developing countries. *Ecological Economics*, 70(7), 1344-1353. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.02.009>
- Mavragani, A., Nikolaou, I., & Tsagarakis, K. (2016). Open Economy, Institutional Quality, and Environmental Performance: A Macroeconomic Approach. *Sustainability*, 8(7), 601. <https://doi.org/10.3390/su8070601>
- Mazmanian, D., Jurewitz, J., & Nelson, H. (2019). State Leadership in U.S. Climate Change and Energy Policy: The California Experience. *The Journal of Environment & Development*, 29(1), 51-74. <https://doi.org/10.1177/1070496519887484>
- Meinshausen, M., & Alexander, R. (2017). NDC & INDC Factsheets. Australian-German Climate and Energy College. <http://www.climate-energy-college.net/indc-factsheets>.
- Milgrom, P., North, D., & Weingast\*, B. (1990). The role of institutions in the revival of trade: The law merchant, private judges, and the champagne fairs. *Economics and Politics*, 2(1), 1-23. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0343.1990.tb00020.x>
- Miller, N. (2001). Environmental politics: Interest groups, the media, and the making of policy. <https://doi.org/10.1201/9781315273990>
- Nash, J. (1950). Equilibrium points in n-person games. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 36(1), 48-49. <https://doi.org/10.1073/pnas.36.1.48>
- NDRC, National Development and Reform Commission. (2015, 30. kesäkuuta). *Enhanced actions on climate change: China's intended nationally determined contributions*. UNFCCC. Noudettu 31.5.2021 osoitteesta <https://www4.unfccc.int/sites/submissions/INDC/Published%20Documents/China/1/China's%20INDC%20-%20on%2030%20June%202015.pdf>
- Neumann, J., Morgenstern, O. (1953). *Theory of Games and Economic Behavior* (3. painos) Princeton: Princeton University Press
- Neumayer, E. (2002). Do Democracies Exhibit Stronger International Environmental Commitment? A Cross-country Analysis. *Journal of Peace Research*, 39(2), 139-164. <https://doi.org/10.1177/0022343302039002001>

- Nieto, J., Carpintero, Ó., & Miguel, L. (2018). Less than 2 °C? An Economic-Environmental Evaluation of the Paris Agreement. *Ecological Economics*, *146*, 69-84. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.10.007>
- Nordhaus, W. (2013). The Climate Casino - Risk, Uncertainty, and Economics for a Warming World.
- Nordhaus, W. (2015). Climate Clubs: Overcoming Free-riding in International Climate Policy. *American Economic Review*, *105*(4), 1339-1370. <https://doi.org/10.1257/aer.15000001>
- Nordhaus, W. (2019). Climate Change: The Ultimate Challenge for Economics. *American Economic Review*, *109*(6), 1991-2014. <https://doi.org/10.1257/aer.109.6.1991>
- OECD. (2015, 31. joulukuuta). *United States Self-Review of Fossil Fuel Subsidies Submitted December 2015 to the G-20 Peer Reviewers*. OECD. Noudettu 31.5.2021 osoitteesta <https://www.oecd.org/fossil-fuels/publication/United%20States%20Self%20review%20USA%20FFSR%20Self-Report%202015%20FINAL.pdf>
- Ostrom, E. (2000). Collective Action and the Evolution of Social Norms. *Journal of Economic Perspectives*, *14*(3), 137-158. <https://doi.org/10.1257/jep.14.3.137>
- Panayotou, T. (1997). Demystifying the environmental Kuznets curve: turning a black box into a policy tool. *Environment and Development Economics*, *2*(4), 465-484. <https://doi.org/10.1017/s1355770x97000259>
- Parsons, G., & Bromley, D. (1995). Making the Commons Work: Theory, Practice, and Policy. *Southern Economic Journal*, *61*(4), 1253. <https://doi.org/10.2307/1060772>
- Pearse, R., & Böhm, S. (2014). Ten reasons why carbon markets will not bring about radical emissions reduction. *Carbon Management*, *5*(4), 325-337. <https://doi.org/10.1080/17583004.2014.990679>
- Povitkina, M. (2018). The limits of democracy in tackling climate change. *Environmental Politics*, *27*(3), 411-432. <https://doi.org/10.1080/09644016.2018.1444723>
- Próchniak, M. (2013). To What Extent Is the Institutional Environment Responsible for Worldwide Differences in Economic Development. *Contemporary Economics*, *7*(3), 17-38. <https://doi.org/10.5709/ce.1897-9254.87>

- Qi, Y., Stern, N., Wu, T., Lu, J., & Green, F. (2016). China's post-coal growth. *Nature Geoscience*, 9(8), 564-566. <https://doi.org/10.1038/ngeo2777>
- Rivera-Batiz, F. (2002). Democracy, Governance, and Economic Growth: Theory and Evidence. *Review of Development Economics*, 6(2), 225-247. <https://doi.org/10.1111/1467-9361.00151>
- Robiou du Pont, Y., & Meinshausen, M. (2018). Warming assessment of the bottom-up Paris Agreement emissions pledges. *Nature Communications*, 9(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-018-07223-9>
- Romer, P. (1994). The Origins of Endogenous Growth. *Journal of Economic Perspectives*, 8(1), 3-22. <https://doi.org/10.1257/jep.8.1.3>
- Roppongi, H., Suwa, A., & Puppim De Oliveira, J. (2016). Innovating in sub-national climate policy: the mandatory emissions reduction scheme in Tokyo. *Climate Policy*, 17(4), 516-532. <https://doi.org/10.1080/14693062.2015.1124749>
- Rose, S., Richels, R., Blanford, G., & Rutherford, T. (2017). The Paris Agreement and next steps in limiting global warming. *Climatic Change*, 142(1-2), 255-270. <https://doi.org/10.1007/s10584-017-1935-y>
- Runciman, D. (2018). *How democracy ends*. Profile Books.
- Samuelson, P. (1954). The Pure Theory of Public Expenditure. *The Review of Economics and Statistics*, 36(4), 387-389. <https://doi.org/10.2307/1925895>
- Sandbag. (2011). *Losing the lead? The 2012 environmental outlook for the EU ETS*. UK: Sandbag, Smarter Climate Policy.
- Sandbag. (2017). *State of the EU ETS 2017 report*. UK: Sandbag, Smarter Climate Policy.
- Sarkodie, S., & Strezov, V. (2018). Empirical study of the Environmental Kuznets curve and Environmental Sustainability curve hypothesis for Australia, China, Ghana and USA. *Journal of Cleaner Production*, 201, 98-110. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.039>
- Schmidt, D., Shupp, R., Walker, J., Ahn, T., & Ostrom, E. (2001). Dilemma games: game parameters and matching protocols. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 46(4), 357-377. [https://doi.org/10.1016/s0167-2681\(01\)00158-5](https://doi.org/10.1016/s0167-2681(01)00158-5)

- Selby, J. (2018). The Trump presidency, climate change, and the prospect of a disorderly energy transition. *Review of International Studies*, 45(3), 471-490. <https://doi.org/10.1017/s0260210518000165>
- Sprinz, D., & Vahtoranta, T. (1994). The interest-based explanation of international environmental policy. *International Organization*, 48(1), 77-105. <https://doi.org/10.1017/s0020818300000825>
- Stein, A. (1990) *Why nations Cooperate: Circumstance and Choice in International Relations*. Cornell University Press, Ithaca.
- Stern, D. (2004). The Rise and Fall of the Environmental Kuznets Curve. *World Development*, 32(8), 1419-1439. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2004.03.004>
- Stern, N. (2007). *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511817434>
- Stevens, D. (2019). The influence of the fossil fuel and emission-intensive industries on the stringency of mitigation policies: Evidence from the OECD countries and Brazil, Russia, India, Indonesia, China and South Africa. *Environmental Policy and Governance*, 29(4), 279-292. <https://doi.org/10.1002/eet.1853>
- TMG, Tokyo Metropolitan Government Bureau of Environment. (2020a, 26. maaliskuuta). *Results of Tokyo Cap-and-Trade Program in the 9th Fiscal Year*. TMG. Noudettu 31.5.2021 osoitteesta [https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/en/climate/cap\\_and\\_trade/index.files/9thYearResult.pdf](https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/en/climate/cap_and_trade/index.files/9thYearResult.pdf)
- TMG. (2020b). *"Tokyo Cap-and-Trade Program" for Large Facilities (Outline)*. TMG. Noudettu 31.5.2021 osoitteesta [https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/en/climate/cap\\_and\\_trade/index.files/TokyoCaT\\_outline\\_documents.pdf](https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/en/climate/cap_and_trade/index.files/TokyoCaT_outline_documents.pdf)
- Tol, R., Downing, T., Kuik, O., & Smith, J. (2004). Distributional aspects of climate change impacts. *Global Environmental Change*, 14(3), 259-272. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2004.04.007>
- Tsaurai, K. (2020). Exploring the Macroeconomic Determinants of Carbon Emissions in Transitional Economies: A Panel Data Analysis. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 10(6), 536-544. <https://doi.org/10.32479/ijeep.9362>

- UNEP. (2020). *Emission gap report 2020*. Noudettu 5.3.2021 osoitteesta <https://www.unep.org/emissions-gap-report-2020>
- University of Notre Dame, ND-Gain. (2021). *Download data*. Noudettu 26.2.2021 osoitteesta <https://gain.nd.edu/our-work/country-index/download-data/>
- Vanderheiden, S. (2016). Climate Change and Free Riding. *Journal of Moral Philosophy*, 13(1), 1-27. <https://doi.org/10.1163/17455243-4681046>
- Wang, N., Zhu, H., Guo, Y., & Peng, C. (2018). The heterogeneous effect of democracy, political globalization, and urbanization on PM2.5 concentrations in G20 countries: Evidence from panel quantile regression. *Journal of Cleaner Production*, 194, 54-68. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.092>
- Welsch, H. (2020). Moral Foundations and Voluntary Public Good Provision: The Case of Climate Change. *Ecological Economics*, 175, 106696. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106696>
- Wood, P. (2011). Climate change and game theory. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1219(1), 153-170. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2010.05891.x>
- Wooldridge, J. (2013). *Introductory econometrics*. South-Western Cengage Learning.
- World Bank. (2021). *World Bank Open Data*. Noudettu 28.2.2021 osoitteesta <https://data.worldbank.org/>
- Workman, A., Blashki, G., Bowen, K., Karoly, D., & Wiseman, J. (2020). Political leadership on climate change: the role of health in Obama-era U.S. climate policies. *Environmental Research Letters*, 15(10), 105003. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aba8c3>
- Yao, Y., Ivanovski, K., Inekwe, J., & Smyth, R. (2019). Human capital and energy consumption: Evidence from OECD countries. *Energy Economics*, 84, 104534. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.104534>
- Yhdistyneet Kansakunnat. (1992). *United Nations Framework Convention On Climate Change*. Noudettu 24.2.2021 osoitteesta [https://unfccc.int/files/essential\\_background/background\\_publications\\_htmlpdf/application/pdf/conveng.pdf](https://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/pdf/conveng.pdf)



- Yhdistyneet Kansakunnat. (1997). *Kyoto Protocol to The United Nations Framework Convention on Climate Change*. Noudettu 26.2.2021 osoitteesta <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/docs/cop3/l07a01.pdf>
- Yhdistyneet Kansakunnat. (2012). *Doha Amendment to The Kyoto Protocol*. Noudettu 26.2.2021 osoitteesta <https://treaties.un.org/doc/Treaties/2012/12/20121217%2011-40%20AM/CN.718.2012.pdf>
- Yhdistyneet Kansakunnat. (2015). *Paris agreement*. Noudettu 28.2.2021 osoitteesta [https://unfccc.int/sites/default/files/english\\_paris\\_agreement.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf)
- Yhdistyneet Kansakunnat. (2021a). *Status of Ratification of the Convention*. Noudettu 24.2.2021 osoitteesta <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-convention/status-of-ratification/status-of-ratification-of-the-convention>
- Yhdistyneet Kansakunnat. (2021b). *What is the Kyoto Protocol?*. Noudettu 26.2.2021 osoitteesta [https://unfccc.int/kyoto\\_protocol](https://unfccc.int/kyoto_protocol)
- Yhdistyneet Kansakunnat. (2021c). *Paris Agreement - Status of Ratification*. Noudettu 28.2.2021 osoitteesta <https://unfccc.int/process/the-paris-agreement/status-of-ratification>
- Ympäristöministeriö. (2021). *Kioton pöytäkirja*. Noudettu 26.2.2021 osoitteesta <https://ym.fi/kioton-poytakirja>
- Yoon, J. (2014). Conditions for successful public policies of sustainable development: institutional capacity, democracy, and free trade. *International Review of Public Administration*, 19(3), 252-266. <https://doi.org/10.1080/12294659.2014.936547>
- York, R., Rosa, E., & Dietz, T. (2003). STIRPAT, IPAT and ImpACT: analytic tools for unpacking the driving forces of environmental impacts. *Ecological Economics*, 46(3), 351-365. [https://doi.org/10.1016/s0921-8009\(03\)00188-5](https://doi.org/10.1016/s0921-8009(03)00188-5)
- York, R. (2007). Demographic trends and energy consumption in European Union Nations, 1960–2025. *Social Science Research*, 36(3), 855-872. <https://doi.org/10.1016/j.ssresearch.2006.06.007>

Zhang, Y., Orbie, J., & Delputte, S. (2020). China's climate change policy: Central–local governmental interaction. *Environmental Policy and Governance*, 30(3), 128-140.  
<https://doi.org/10.1002/eet.1878>

Zhou, L., & Bu, W. (2018). The Influence of Foreign Trade on Environmental Quality. *Management & Engineering*, (32), 19-24.  
<http://dx.doi.org.proxy.uwasa.fi/10.5503/J.ME.2018.32.003>

## Liitteet

### Liite 1. Maa-aineisto

Maan nimi	Maakoodi	Maan nimi	Maakoodi
1. Algeria	DZA	29. Kazakhstan	KAZ
2. Argentiina	ARG	30. Etelä-Korea	KOR
3. Australia	AUS	31. Latvia	LVA
4. Itävalta	AUT	32. Liettua	LTU
5. Valko-Venäjä	BLR	33. Luxemburg	LUX
6. Belgia	BEL	34. Malesia	MYS
7. Brasilia	BRA	35. Malta	MLT
8. Bulgaria	BGR	36. Meksiko	MEX
9. Kanada	CAN	37. Marokko	MAR
10. Chile	CHL	38. Alankomaat	NLD
11. Kiina	CHN	39. Uusi-Seelanti	NZL
12. Kroatia	HRV	40. Norja	NOR
13. Kypros	CYP	41. Puola	POL
14. Tšekki	CZE	42. Portugali	PRT
15. Tanska	DNK	43. Romania	ROU
16. Egypti	EGY	44. Venäjä	RUS
17. Viro	EST	45. Saudi-Arabia	SAU
18. Suomi	FIN	46. Slovakia	SVK
19. Ranska	FRA	47. Slovenia	SVN
20. Saksa	DEU	48. Etelä-Afrikka	ZAF
21. Kreikka	GRC	49. Espanja	ESP
22. Unkari	HUN	50. Ruotsi	SWE
23. Intia	IND	51. Sveitsi	CHE
24. Indonesia	IDN	52. Thaimaa	THA
25. Iran	IRN	53. Turkki	TUR
26. Irlanti	IRL	54. Ukraina	UKR
27. Italia	ITA	55. Iso-Britannia	GBR
28. Japani	JPN	56. Yhdysvallat	USA

## Liite 2. Kiinteiden vaikutusten regressiotulokset maakohtaisilla dummy-muuttujilla.

CCPI	1	2
log_bkt	-16.5816*** (4.311977)	-13.18304*** (3.927597)
Ulkomaan- kauppa_BKT	-0.2762449*** (0.0675434)	-0.2388256*** (0.0634845)
Teollisuus_ BKT	0.3212389 (0.377394)	0.7486775** (0.3072541)
Kaupungistu- misaste	1.171973 (0.8488082)	1.322919* (0.749083)
Haavoittu- vuus-indeksi	-1.747984 (2.551078)	-2.062581 (2.331573)
Demokratia- indeksi	0.1063951 (0.0731999)	0.0909351 (0.0712288)
T&K- menot_BKT	2.187729 (2.871879)	
Vuosi		
2019	1.132691* (0.6337652)	1.047807* (0.6157145)
2020	0.5463063 (0.7892319)	0.395315 (0.7716166)
2021	0.9093586 (1.13083)	0.2985984 (1.052822)
Maakoodi		
AUS	0.7531424 (20.53548)	-1.202743 (17.58173)
AUT	58.07313 (43.19094)	58.53774 (35.45473)
BEL	39.49565*** (14.95939)	35.7988*** (13.63468)
BGR	32.03248* (19.18728)	32.39433* (16.43991)
BLR	30.55773 (18.83009)	26.62995 (16.21173)
BRA	12.30041** (6.130773)	18.33759*** (5.032458)
CAN	11.97183 (26.0466)	8.592207 (22.34464)
CHE	59.93585 (39.7571)	56.97906* (33.36799)
CHL	18.94984 (15.99031)	15.55224 (14.55676)
CHN	36.77246 (31.87818)	39.27198 (26.9517)
CYP	64.9538** (26.62391)	66.9786*** (22.7635)

	37.42552	30.98652
CZE	(30.17421)	(25.76716)
	37.35807	34.87139
DEU	(31.63355)	(26.45256)
	52.10184***	50.93701***
DNK	(19.26066)	(16.04376)
	8.746285	10.40787
DZA	(19.47907)	(16.97285)
	56.40855	65.27007*
EGY	(42.41777)	(38.48523)
	20.35849	19.34631
ESP	(26.87461)	(23.20654)
	59.19143**	58.5872***
EST	(23.30625)	(20.16446)
	34.69458	32.42375
FIN	(28.36665)	(24.41106)
	33.9159	35.34733
FRA	(27.42053)	(23.2202)
	41.97865	41.18245*
GBR	(27.46944)	(23.79172)
	26.67853	30.23546*
GRC	(19.75368)	(16.7042)
	71.79218**	76.79192***
HRV	(30.62881)	(26.80361)
	54.14432**	52.00447***
HUN	(22.19398)	(18.96816)
	36.38418	40.65292
IDN	(33.18724)	(30.98673)
	78.29197	96.0717*
IND	(53.28583)	(50.24457)
	89.07361**	76.2284**
IRL	(34.77742)	(30.04452)
	-5.165285	-4.541967
IRN	(17.21435)	(15.05098)
	43.39487	44.04797*
ITA	(29.25874)	(24.52674)
	-0.1716069	-0.4175514
JPN	(12.3978)	(8.843208)
	25.50777	24.59601
KAZ	(33.67668)	(28.6881)
	4.302874	5.075783
KOR	(18.478)	(11.85654)
	78.39398***	77.34374***
LTU	(22.3199)	(19.77002)

	131.7869*** (34.42529)	115.4582*** (31.56795)
LUX		
	73.33572*** (21.06325)	75.63847*** (18.81545)
LVA		
		59.54799** (23.78904)
MAR		
	29.75528*** (11.12817)	28.4141*** (10.22585)
MEX		
	91.41426*** (19.8379)	83.01255*** (18.48237)
MLT		
	27.56217 (19.67733)	19.7442 (16.12231)
MYS		
	52.33262*** (15.33917)	48.63014*** (13.75101)
NLD		
	40.3548 (37.24975)	31.72583 (32.56102)
NOR		
	17.81053 (22.65846)	13.75645 (19.87022)
NZL		
	39.74091 (35.15867)	38.76181 (29.68223)
POL		
	54.85966* (29.53743)	58.14567** (24.83056)
PRT		
	66.20245** (31.93975)	68.87588** (28.63213)
ROM		
	3.407711 (23.08678)	2.535736 (19.24058)
RUS		
		-12.4166 (11.79929)
SAU		
	88.36308** (36.4859)	84.88197*** (31.62415)
SVK		
	67.70055* (38.93735)	66.90829** (32.82288)
SVN		
	49.12508* (27.40731)	47.81748** (23.39146)
SWE		
	73.86363* (37.46328)	76.85045** (33.81485)
THA		
	15.10611 (20.91526)	15.34567 (17.30696)
TUR		
	35.03654 (21.43492)	40.96551** (18.73605)
UKR		
	-1.95652 (19.31494)	1.042027* (15.32812)
USA		
	26.20003 (22.3707)	32.89109 (19.95608)
ZAF		
Havainnot	191	219
$R^2$	0.9617	0.9632
Korjattu $R^2$	0.9428	0.9480
F-testi	50.66*** (df=63, 127)	63.06*** (df=64, 154)

\*p < 0.1; \*\*p < 0.05; \*\*\*p < 0.01.