



Open your mind. LUT.

Lappeenranta **University of Technology**

LUT School of Business and Management

Kauppatieteiden kandidaatintutkielma A130A3000

Talousjohtaminen

Kestävyyssindekseihin vaikuttavat tekijät kestävä kehityksen ympäristödimension osalta

The factors affecting sustainability indices in the context of the environmental dimension of sustainable development

7.1.2018

Tekijä: Linda Henriksson

Ohjaaja: Heli Arminen

Sisällysluettelo

1. Johdanto	1
1.1 Tutkimuksen tausta, tavoitteet ja tutkimuskysymykset.....	1
1.2 Tutkimuksen rajaukset.....	3
1.3 Tutkimusmenetelmät ja -aineisto.....	4
1.4 Tutkimuksen rakenne	5
2. Teoriaosuus	6
2.1 Teoreettinen viitekehys.....	6
2.2 Kestävä kehitys	7
2.2.1 Taustaa	7
2.2.2 Määritelmät ja luokittelu.....	8
2.2.3 Kestävän kehityksen ympäristödimensio.....	11
2.3 Kestävän kehityksen mittaaminen	12
2.3.1 Ympäristön suoriutumisindeksi.....	13
2.3.2 Ekologinen jalanjälki.....	15
2.3.3 Kritiikkiä.....	17
3. Tutkimusaineisto ja -menetelmät.....	18
3.1 Tutkimusaineisto.....	18
3.2 Lineaarinen regressioanalyysi	22
3.3 Paneelidata.....	22
3.3.1 Kiinteiden vaikutusten malli	23
3.3.2 Satunnaisten vaikutusten malli	24
3.3.3 Mallin valinta.....	24
4. Tutkimustulokset	26
4.1 Estimoinnin tulokset.....	26
4.2 Luotettavuuden tarkastelu	30
4.1 Estimointi satunnaisten vaikutusten mallilla.....	31
5. Yhteenveto ja johtopäätökset	32
Lähdeluettelo	34

Liitteet

Liite 1. Hausman-testi (ef)

Liite 2. F-testi (ef)

Liite 3. Hausman-testi (epi)

Liite 4. F-testi (epi)

Liite 5. Residuaalikuvaajat

Liite 6. Satunnaisten vaikutusten malli (ef)

Liite 7. Satunnaisten vaikutusten malli (epi)

Kuvioluettelo

Kuvio 1. Teoreettinen viitekehys

Kuvio 2. Kestävän kehityksen käsitteen taustaa

Kuvio 3. Kestävän kehityksen tavoitteet

Kuvio 4. Kestävän kehityksen kolmiulotteisuus

Kuvio 5. Ympäristön suoriutumisindeksi

Kuvio 6. Ekologisen jalanjäljen muodostuminen

Kuvio 7. Bruttokansantuotteen muutokset

Kuvio 8. Prosentuaalinen väestönkasvu

Kuvio 9. Väestötiheyden muutokset

Kuvio 10. Urbanin väestön määrä

Kuvio 11. Ekologisen jalanjäljen muutokset

Kuvio 12. Ympäristön suoriutumisindeksin muutokset

Taulukkoluetelo

Taulukko 1. Muuttujien tunnuslukuja

Taulukko 2. Parametriestimaatit (ef, kiinteät vaikutukset)

Taulukko 3. Parametriestimaatit (epi, kiinteät vaikutukset)

Taulukko 4. Muuttujien korrealaatiomatriisi

TIIVISTELMÄ

Tekijä:	Linda Henriksson
Opiskelijanumero:	
Akateeminen yksikkö:	LUT School of Business and Management
Koulutusohjelma:	Talousjohtaminen
Ohjaaja:	Heli Arminen
Hakusanat:	Kestävä kehitys, kestävyysindeksit, bruttokansantuote, ympäristöresurssit

Tämän kandidaatintutkielman tarkoituksena on selvittää, mitkä tekijät vaikuttavat valittuihin kestävyysindekseihin, ja millaisia vaikutuksia näillä tekijöillä on. Lisäksi selvitetään, miten selittävien muuttujien saamat arvot ovat vaihdelleet tarkasteluajankohtana. Tarkastelussa on neljä selittävää muuttujaa: bruttokansantuote asukasta kohden, väestönkasvuprosentti, väestötiheys sekä urbaanin väestön määrä. Lisäksi tarkastelussa on kaksi kestävyysindeksiä; ekologinen jalanjälki sekä ympäristön suoriutumisindeksi. Tutkimusaineisto on muodoltaan paneelidataa, ja se koostuu yhteensä 84 valtion osalta vuosien 2002-2016 aikana kerätyistä tiedoista.

Tutkimusmenetelmänä tutkielmassa käytetään selittävää tutkimusta, jonka tarkoituksena on löytää yhteyksiä selitettävien ja selittävien muuttujien väliltä. Empiirisessä osiossa näitä yhteyksiä tarkastellaan paneeliregression avulla, ja menetelmänä käytetään kiinteiden vaikutusten mallia. Molemmille kestävyysindekseille estimoidaan omat mallinsa.

Tutkimustuloksista huomataan, että ekologisen jalanjäljen osalta yksikään muuttuja ei ole tilastollisesti merkittävä, jolloin tutkimustulokset eivät ole luotettavia eikä muuttujilla voida sanoa olevan vaikutusta ekologiseen jalanjälkeen. Ympäristön suoriutumisindeksille estimoidun mallin mukaan suurin vaikutus on urbaanin väestön osuudella. Sen noustessa yhdellä yksiköllä pienenee ympäristön suoriutumisindeksin saama arvo keskimäärin 0,9 yksikköä. Myös väestötiheys vaikuttaa negatiivisesti ympäristön suoriutumisindeksiin; sen noustessa yhdellä yksiköllä pienenee indeksin saama arvo keskimäärin 0,01 yksikköä. Tässäkään mallissa bruttokansantuote tai väestönkasvu eivät ole tilastollisesti merkittäviä.

ABSTRACT

Author:	Linda Henriksson
Student number:	
Faculty:	LUT School of Business and Management
Degree program:	Financial Management
Instructor:	Heli Arminen
Keywords:	Sustainable development, sustainability indices, gross national product, environmental resources

The purpose of this Bachelor's thesis is to examine, which variables have an effect on selected sustainability indices and whether the effects are positive or negative. In addition, it is examined how the values of the explanatory variables have changed between the years 2002 and 2016. The thesis focuses on four explanatory variables: gross national product per capita, population growth percent, population density and the amount of urban population in a country. It also focuses on two sustainability indices, which are Ecological Footprint and the Environmental Performance index. The thesis uses data from 84 countries between the years 2002 and 2016.

The research method used in this thesis is explanatory research, which is used to examine the possible connections between the explanatory variables and the dependent variables. In the empirical chapter these connections are examined with panel regression method, using the fixed effects model.

According to the results, none of the explanatory variables affecting the Ecological Footprint are statistically significant. Therefore, the results aren't reliable, and the explanatory variables don't have any effects on the Ecological Footprint. The amount of urban population has the biggest effect on the Environmental performance index; when it increases by one unit, the value on the Environmental Performance Index decreases by 0,9 units. Population density also has a negative impact on the EPI. When the population density increases by one unit, the value of the EPI decreases by 0,01 units. Neither the gross national product nor the population growth are statistically significant in this model.

1. Johdanto

Kestävän kehityksen tutkiminen juontaa juurensa 1970-luvulle, mutta aiheeseen on alettu kiinnittää laaja-alaista huomiota vasta viime vuosikymmeninä. Kestävän kehityksen keinot ovat mitä moninaisimpia, aina uusiutuvien energialähteiden, kuten tuulivoiman, hyödyntämisestä kotitalouksilla tapahtuvaan kierrättämiseen. Esimerkiksi Suomessa järjestetään joulun jälkeen Kemianteollisuuden ylläpitämä keräys, jonka avulla kerätään kotitalouksilta ylijäänyttä joulukinkun paistorasvaa, joka edelleen jalostetaan dieseliksi. Tällä keinolla valmistetun polttoaineen hiilijalanjälki on suurimmillaan 90% pienempi, kuin fossiilisen polttoaineen. Vuonna 2016 kyseisen keräyksen avulla saatiin tuotettua dieseliä 10 000 litraa; tällä määrällä ajaisi maapallon ympäri 4 kertaa. (Korpelainen 2017)

Kestävän kehityksen tutkiminen on tärkeää, jotta myös jatkossa olisi mahdollista kehittää uusia, vähäpäästöisempiä keinoja tuottaa energiaa ja edistää ympäristön terveyttä. Poliittisen päätöksenteon tueksi on kehitetty erilaisia kestävän kehityksen mittareita, joiden avulla voidaan seurata esimerkiksi maiden suoriutumista kestävän kehityksen eri osa-alueilla. Mittaustuloksista on mahdollista saada tietoa, jonka pohjalta voidaan esimerkiksi suunnata resursseja kehittämistä kaipaaviin toimintoihin. Tuloksia voidaan hyödyntää paitsi kansallisesti, myös globaalisti.

Mittausta voidaan toteuttaa usealla eri tasolla; esimerkiksi Dow Jonesin kestävyysindeksi mittaa yritysten suoriutumista kestävän kehityksen näkökulmasta niin sosiaalisella kuin taloudellisellakin osa-alueella, ja yrityksiä jaotellaan indeksissä toimialan mukaan. Maakohtaista suoriutumista mittaavilla kestävän kehityksen mittareilla puolestaan voidaan mitata esimerkiksi tuotannosta syntyvien päästöjen määrää. Suoriutumista raportoidaan teemoittain esimerkiksi Yhdistyneiden Kansakuntien (YK) kestävän kehityksen huippukokouksissa ja ilmastoneuvotteluissa.

1.1 Tutkimuksen tausta, tavoitteet ja tutkimuskysymykset

Tämän tutkielman taustalla on ennen kaikkea aiheen ajankohtaisuus ja merkittävyys. Kestävän kehityksen juuret sijoittuvat 1970-luvulle, ja aihetta on viime vuosina tutkittu

enenevissä määrin. Käsite on tullut pysyväksi osaksi lainsäädäntöä ja politiikkaa, ja kestävän kehityksen toteutumisesta ja ylläpitämisestä pyritään huolehtimaan esimerkiksi erilaisin ilmastositoumuksin ja päästörajoittein.

Kestävään kehitykseen liittyvää kirjallisuutta ja tieteellisiä julkaisuja on tarjolla runsaasti, ja lähestymistapoja aiheeseen on vähintään yhtä monta kuin kirjoittajiakin. Hopwood, Mellor & O'Brien (2005) lähestyvät aihetta kestävän kehityksen näkökulmien kautta, ja käsittelevät aihetta yleisellä tasolla. Kestävä kehitys on myös useissa julkaisuissa linkitetty niin ilmastomuutokseen (Burton et al. 2003; Reckien 2017) kuin luonnon tarjoamiin resursseihin ja pääomaan (Costanza & Dale 1992). Resurssilähtöistä lähestymistapaa julkaisussaan hyödyntävät myös Costantini & Monni (2006). Talouskasvun näkökulmaa kestävään kehitykseen tuo esimerkiksi Daly (1990a, 1990b & 2012), joka kritisoi vahvasti kestävän talouskasvun käsitettä ja kyseenalaistaa ympäristön hyvinvoinnin ja talouskasvun samanaikaisen onnistumisen. Samoilla linjoilla on myös Hueting (2009), joka keskittyy artikkelissaan ympäristöllisen kestävyuden ja talouskasvun väliseen ristiriitaan.

Kestävän kehityksen mittaaminen on ollut osa kirjallisuutta käytännössä käsitteen alkua ajoista lähtien (Kates, Leiserowitz & Parris, 2005), vaikkakin tutkimukset ovat keskittyneet ennen kaikkea mittareiden ominaisuuksien kuvailuun sekä keskinäiseen vertailuun (Böhringer & Jochem 2006; Siche et al. 2008). Indeksejä ovat lisäksi tutkineet esimerkiksi Rinne, Lyytimäki & Kautto (2013), jotka keskittyivät indeksien ominaisuuksien kuvailun sijaan tutkimaan niiden varsinaista käyttöä ja vaikutuksia maatasolla. Tässä tutkielmassa on tarkoitus kiinnittää huomiota enemmän siihen, millaiset tekijät vaikuttavat indeksien saamiin arvoihin, ja vaikuttavatko nämä tekijät indekseihin samansuuntaisesti. Työssä pyritään kuvaamaan, miten valitut tekijät vaikuttavat indekseihin ja millä tekijöillä on eniten vaikutusta. Ongelmiin pyritään löytämään ratkaisua päätutkimuskysymyksen ja alatutkimuskysymysten muodossa.

Tutkielman päätutkimuskysymys muotoutui seuraavasti:

”Mitkä tekijät vaikuttavat kestävyysindeksien saamiin arvoihin?”

Tämän tutkimuskysymyksen avulla pyritään siis saamaan vastausta siihen, onko tutkimukseen valituilla muuttujilla ylipäättään vaikutusta indekseihin, ja mikäli vaikutuksia löytyy, mihin suuntaan ne indeksin arvoja ohjaavat.

Päätutkimuskysymyksen lisäksi etsitään vastausta kahteen alatutkimuskysymykseen:

”Miten selittävien muuttujien saamat arvot ovat vaihdelleet vuosina 2002-2016?”

”Millaisia erilaisia käyttötarkoituksia indekseillä on?”

Ensimmäinen alatutkimuskysymyksen avulla pyritään kuvaamaan muuttujien saamia arvoja, ja pohtimaan mahdollisia syitä näiden muutosten taustalla. Lisäksi tarkastellaan syitä indeksien kehittämiseksi, ja kuvaillaan niiden erilaisia käyttötarkoituksia.

1.2 Tutkimuksen rajaukset

Kandidaatintutkielman luonteesta ja rajatusta pituudesta johtuen on tarpeen tehdä joitain aiheeseen liittyviä rajauksia. Erilaisten kestävyttä mittaavien indeksien ja indikaattoreiden määrä on erittäin suuri, mistä johtuen tutkielmassa keskitytään tarkastelemaan ainoastaan kahta yleisesti käytössä olevaa indeksiä. Nämä ovat ympäristöllisen suoriutumisen indeksi (Environmental Performance Index, EPI) sekä ekologinen jalanjälki (Ecological footprint, EF), ja ne valikoituivat tutkielmassa käytettäviksi indekseiksi niiden ominaisuuksien sekä yleisyyden takia. Siche et al. (2006) kirjoittavat, että ekologinen jalanjälki sekä ympäristön suoriutumisindeksin edeltäjä ympäristön kestävyysindeksi (Environmental sustainability index, ESI), ovat eniten käytetyt kestävästä kehitystä mittaavat indeksit. Molemmista indekseistä on saatavilla dataa usealta vuodelta sekä useasta valtiosta, mikä myös osaltaan vaikutti valintaan. Tutkielmassa käytetyt selittävät muuttujat rajoittavat lisäksi indeksien valintaa siten, että indeksiin ei saa sisältyä esimerkiksi talousdataa; koska indeksejä

on tarkoitus selittää nimenomaan talousdatalla, aiheuttaisi tällainen päällekkäisyys todennäköisesti vääristyneitä tuloksia ja virheellisiä korrelaatioita. Tästä johtuen tutkimuksessa keskitytään nimenomaan ympäristödimensiota mittaaviin indekseihin, joihin ei suoraan sisälly taloudellisen suoriutumisen mittaamista.

Varsinaisia maantieteellisiä rajoituksia tutkielmassa ei erikseen tehdä, vaan rajausta tapahtuu sen mukaan, miten indekseistä on dataa saatavilla. Kaikista maailman valtioista ei ole saatavilla indeksien arvoja, eikä tämä toisaalta todennäköisesti olisi edes mielekäästä. Tutkimuksessa on mukana sekä kehittyneempiä valtioita että kehitysmaita.

Koska tutkielmaan valitut indeksit ovat vahvasti ympäristöpainotteisia, myös kestävän kehityksen osalta keskitytään eniten sen ympäristölliseen osa-alueeseen. Tällä rajoituksella pyritään paitsi rajoittamaan tutkielman pituutta, myös kiinnittämään huomiota vain empirian kannalta olennaisiin asioihin.

1.3 Tutkimusmenetelmät ja -aineisto

Tutkielman analyysiosa toteutetaan kvantitatiivisen, eli määrällisen tutkimusmenetelmän avulla. Tällöin aineisto on numeerisessa muodossa. (Heikkilä 2014, 15) Tutkimuskysymyksiin etsitään vastausta selittävän tutkimuksen avulla, eli pyrkimyksenä on löytää yhteyksiä valittujen selittävien ja selitettävien muuttujien välillä. Käytetty data on muodoltaan paneelidataa, jolloin siinä on ominaisuuksia sekä aikasarja- että poikkileikkausdatasta. Paneelidatalla pyritään kuvaamaan samaa yksikköä, tässä tapauksessa maata, usean eri periodin aikana. Tutkielman empiriaosiossa käytetään SAS Enterprise Guide -ohjelmaa.

Tutkimukseen on valittu neljä selittävää muuttujaa, joiden vaikutusta selitettäviin muuttujiin eli kestävyysindekseihin selvitetään. Valitut selittävät muuttujat ovat bruttokansantuote asukasta kohden, väestötiheys, vuositasen prosentuaalinen väestönkasvu sekä urbaanin väestön määrä. Muuttujat valikoituivat niistä olemassa olevan datan suuren määrän vuoksi. Käytetyistä indekseistä ympäristön suoriutumisindeksi on laskettu valtiota kohden, ja ekologinen jalanjälki asukasta

kohden. Ekologisen jalanjäljen osalta tämä rajausta on tarpeen tehdä, sillä tutkimuksessa mukana olevat valtiot kuuluvat eri suuruusluokkiin, jolloin valtiokohtaisen jalanjäljen käyttäminen voisi aiheuttaa vääristyneitä tutkimustuloksia, tai ainakin hankaloittaa niiden tulkintaa; isommilla mailla myös todennäköisesti on isompi ekologinen jalanjälki, jolloin jalanjäljen jakaminen asukasta kohden antaa luotettavampaa dataa.

Tutkimuksessa käytetään vain sekundääristä dataa: sekundäärinen data on sellaista dataa, joka on alun perin kerätty jostain toista tarkoitusta varten, eikä nimenomaan tehtävän tutkimuksen takia. Kaikki tarkasteluun valitut muuttujat ovat jatkuvia, eli ne voivat saada mitä tahansa arvoja, eivät vain tasalukuja. (Waters 2001, 66) Tutkimuksessa käytettävä data on peräisin Maailman Pankin ylläpitämästä datapankista, sekä kestävyysindeksien omista datalähteistä.

1.4 Tutkimuksen rakenne

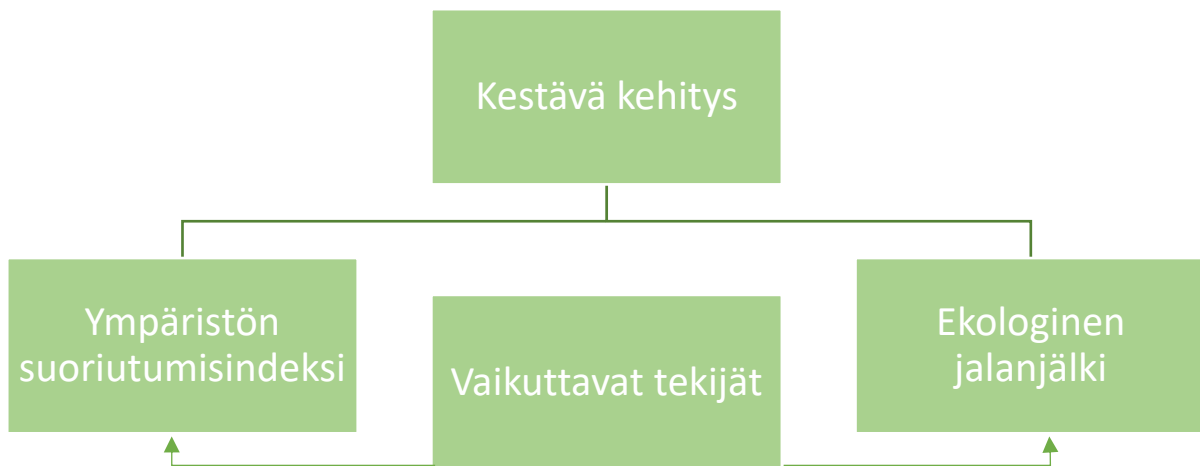
Tutkielma käsittelee siis kestävyysindeksien saamien arvojen vaihtelua eri maiden välillä. Lisäksi on tarkoitus selvittää, mitkä valituista tekijöistä vaikuttavat merkittävimmin indeksien saamiin arvoihin, ja minkä suuntaisia vaikutukset ovat. Tutkielma koostuu yhteensä viidestä osiosta. Johdantoa seuraavassa luvussa 2 käsitellään teoriaa tutkielman taustalla ja käydään läpi tutkielman kannalta olennaisia käsitteitä, kestävä kehitys ja sen mittaamista. Teoriaosuutta seuraa luku 3, jossa perehdytään tarkemmin käytettyyn tutkimusmenetelmään ja sen edellytyksiin sekä käydään läpi tutkimuksessa käytettyä aineistoa. Luvussa 4 käydään läpi saadut tutkimustulokset, ja näiden tulosten pohjalta luvussa 5 esitellään johtopäätökset sekä yhteenveto.

2. Teoriaosuus

Tässä osiossa keskitytään kuvailemaan tutkielman teoriataustaa sekä olennaisia käsitteitä. Teorian on tarkoitus muodostaa pohja sitä seuraavalle empiriaosuudelle.

2.1 Teoreettinen viitekehys

Tämän tutkielman teoreettinen viitekehys pohjautuu laajalti aiheesta aiemmin kirjoitettuihin tieteellisiin julkaisuihin. Kestävää kehitystä on tutkittu runsaasti aiheen noustua ajankohtaiseksi, ja siihen liittyen on kehitetty useita näkökulmia ja lähestymistapoja. Tutkielman teoriaosuudessa tarkastellaan erilaisia kestävän kehityksen määritelmiä sekä osa-alueiden jaottelua, ja syvennytään myöhemmin tutkielman empiriaosuudessa käytettäviin kestävyttä mittaaviin kestävyysindekseihin. Indeksien osalta hyödynnetään niihin liittyviä aiempia tutkimuksia ja vertailevia tekstejä, sekä indeksejä kehittäneiden tahojen raportteja. Teoreettista viitekehystä on havainnollistettu kuviossa 1.



Kuvio 1. Teoreettinen viitekehys

Indeksien lisäksi kuvaillaan valittuja selittäviä muuttujia, ja tarkastellaan niiden muutoksia ja muutoksiin vaikuttaneita tekijöitä.

2.2 Kestävä kehitys

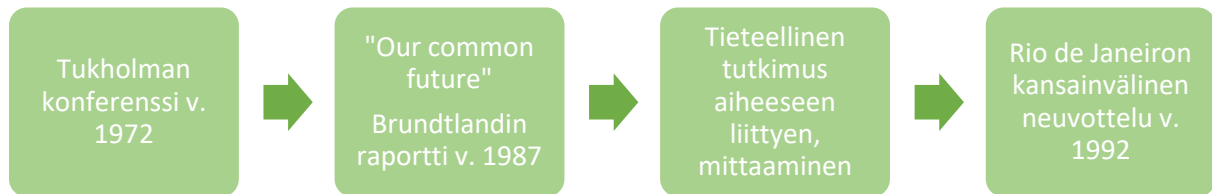
Kestävä kehitys on tutkielmassa erittäin olennainen käsite. Tässä osiossa tarkastellaan kestävästä kehityksestä sen käsitteellistämistä lähtien, ja paneudutaan sen eri määritelmiin ja luokitteluun. Luokitteluista tärkeimmässä roolissa tämän tutkielman kannalta on kestävä kehityksen ympäristödimensio, jota myöhemmin havainnollistetaan empiriaosuudessa. Lisäksi tarkastellaan lähemmin käytettäviä kestävyysindeksejä, niiden sisältöä ja ominaisuuksia. Huomiota kiinnitetään myös indeksien mahdollisiin puutteisiin ja niiden saamaan kritiikkiin.

2.2.1 Taustaa

Kestävä kehitys käsitteenä on suhteellisen tuore; se esiteltiin ensimmäistä kertaa Brundtlandin komission toimesta vuonna 1987 ilmestyneessä raportissa, "Our common future". Komissioon kuului jäseniä sekä kehittyneistä valtioista että kehitysmaista, ja sen juuret pohjautuvat vuonna 1972 pidettyyn Tukholman konferenssiin. Vuoden 1972 konferenssissa huomioitiin ensimmäistä kertaa ympäristön sekä kehityksen väliset ristiriidat ja konfliktit, ja myöhemmin vuonna 1980 kiinnitettiin huomiota enemmän kehityksen edistämiseen sekä erilaisten eläinlajien, ekosysteemien ja resurssien hyödyntämiseen. (Kates et al. 2005)

Näiden aiempien huomioiden pohjalta Brundtlandin vuoden 1987 raportissa kestävä kehitys lähestyttiin uudesta näkökulmasta. Huomioitiin, että ympäristö ei toimi täysin erillisenä ihmisten toiminnasta ja tämän pohjalta linkitettiin kehitys ja ympäristö toisiinsa; kehitys tarkoittaa ympäristössämme tapahtuvaa tulevaisuuden jatkuvaa kehittämistä (Kates et al. 2005). Brundtlandin raportissa esitelty kestävä kehitys nähtiin alun perin täysin poliittisena käsitteenä, ja varsinaiset tieteelliset tutkimukset aiheesta sekä kestävä kehityksen mittaaminen alkoivat kehittyä vasta raportin julkaisun jälkeen (Kolttola 2006). Raportin seurauksena pidettiin useita kansainvälisiä neuvotteluja, esimerkiksi Rio de Janeirossa vuonna 1992, jolloin YK:n ympäristö- ja kehityskonferenssi (United Nations Conference of Environment and Development,

UNCED) loi toimintaohjeita koskien esimerkiksi metsien säilymistä ja kansainvälisiä ilmastomuutokseen ja biodiversiteettiin liittyviä sopimuksia (Kates et al. 2005). Kestävän kehityksen käsitteen muotoutumista ja historiaa on kuvattu alapuolella kuviossa 2.



Kuvio 2. Kestävän kehityksen käsitteen taustaa

2.2.2 Määritelmät ja luokittelu

Parris ja Kates (2003) toteavat, että kestävän kehityksen määrittely on haastavaa sen sisällön laajuuden sekä moniulotteisuuden vuoksi. Yleisimmin määritelmiin kuuluu sekä taloudellisen kehityksen että ympäristön näkökulma, ja näiden lisäksi tarkastelussa on myös tasa-arvo. Määrittelyjen moninaisuudesta huolimatta Brundtlandin raportissa esitelty määritelmä on saanut vahvan jalansijan kestävän kehityksen niin sanottuna standardimäärittelynä, etenkin levinneisyydellä sekä esiintyvyydellä mitattuna. Brundtlandin raportin mukaan kestävällä kehityksellä tarkoitetaan sellaista kehitystä, jonka avulla voidaan saavuttaa nykyiset tavoitteet ja täyttää ihmiskunnan tarpeet, kuitenkaan vaarantamatta tulevaisuuden kehitystä (Mori, & Christodoulou 2010; Parris & Kates 2003). Toisin sanoen, tulevaisuudessa ihmiskunnalla on oltava samat mahdollisuudet ja yhtäläiset resurssit välttämättömien tarpeidensa täyttämiseen kuin nykyihmiskunnalla. Kestävää kehitystä voidaan luonnehtia myös tavaksi, jolla ihmisten tulisi suhtautua luontoon ja jolla he ovat itsensä lisäksi vastuussa myös tulevista sukupolvista (Mori & Christodoulou 2010). Tällöin sukupolvien välinen tasa-arvo otetaan kehityksessä huomioon.

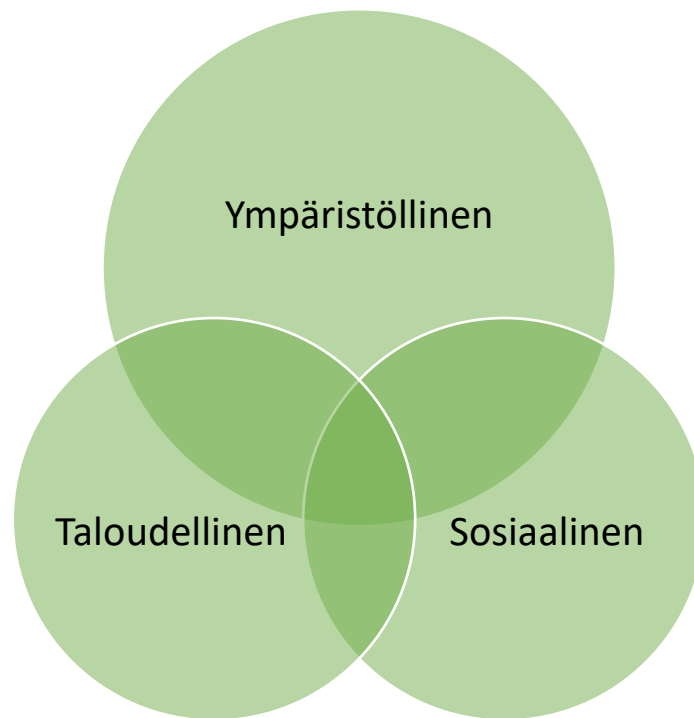
Kuvio 3 mukaillee Katesin & Parrisin (2003) mallia, ja siinä on esitelty kestävän kehityksen tavoitteita. Kestävään kehitykseen kuuluu sekä ympäristön säilyttämiseen, että varsinaiseen kehittämiseen liittyviä tavoitteita, ja kuten edellä on mainittu, on näitä kahta mahdotonta erottaa toisistaan täysin irrallisiksi. Tämän vuoksi kuviossa

vasemmalla puolella on eritelty kestävän kehityksen avulla säilytettäviä asioita, ja oikealla puolella niitä asioita, joita tulee jatkossa kehittää. Niin kutsutut elämää tukevat systeemit, joihin kuuluvat esimerkiksi ekosysteemin ihmisille tarjoamat mahdollisuudet, luonnon tarjoamat resurssit sekä erilaiset ympäristöt, nähdään kirjallisuudessa usein tärkeimpänä osa-alueena, sillä ne tarjoavat kehityksessä hyödynnettäviä resursseja ja toimintaympäristöjä. Tämä aiheuttaa sen, että luontoa ajatellaan helposti vain resurssien ja palveluiden lähteenä. Tälle näkökulmalle löytyy tosin myös vastustajia, jotka puolestaan arvostavat luontoa ennemminkin sen ominaisuuksien sekä biodiversiteetin kannalta, eivätkä näe sitä pelkästään välineenä ihmiskunnan tarpeiden tyydyttämiseen. Kuviosta nähdäänkin, että vasemman puoliskon säilytettävät asiat ovat enemmän luontoon ja ympäristöön liittyviä kollektivistia tekijöitä, kun taas oikealla puolella kehittämistä kohdennetaan sosiaalisiin sekä hyvinvoinnin ja vaurauden kasvattamista edellyttäviin tekijöihin. Kehittämistä ei tule tässä yhteydessä ajatella pelkästään kasvuna, sillä esimerkiksi Daly (1990b) kuvailee kasvua enemmänkin materiaalin lisäämisenä, ja kehittämistä puolestaan potentiaalin vähittäisenä lisäämisenä tai parantamisena.



Kuvio 3. Kestävän kehityksen tavoitteet

Erään määritelmän mukaan kestävä kehitys voidaan jakaa ympäristölliseen, taloudelliseen ja sosiaaliseen osa-alueeseen. Ympäristöllisen osa-alueen toteutumisessa avainasemassa on maapallo, taloudellinen näkökulma kiinnittää huomion taloudellisesta toiminnasta saataviin voittoihin, ja sosiaalisen näkökulman keskiössä ovat ihmiset. (Wilson 2015) Usein näitä osa-alueita kuvataan kolmen samankokoisen ja toisiinsa yhteydessä olevan ympyrän avulla. Näkökulmasta ja painotuksesta riippuen ympyrät voivat olla kuitenkin myös eri kokoisia siten, että jollain tai joillain osa-alueilla on toista suurempi painoarvo. (Giddings et al. 2010) Tässä tutkielmassa suurimman painoarvon saa ympäristöllinen osa-alue, kuten alapuolella kuviossa 4 on havainnollistettu.



Kuvio 4. Kestävän kehityksen kolmiulotteisuus

Tämän mallin käyttöön liittyy kuitenkin myös rajoituksia. Kuten aiemmin on mainittu, ympäristöä ja taloudellista kehitystä on mahdotonta erottaa toisistaan täysin irrallisiksi, ja malli esittää näkökulmasta riippuen eri osa-alueet jopa täysin autonomisina toisiinsa nähden. Tällöin on olemassa riski, että kestävä kehityksen ongelmia lähestytään liian lokeroiduista lähtökohdista. (Giddings et al. 2010)

2.2.3 Kestävän kehityksen ympäristödimensio

Lähtökohtaisesti kestävässä kehityksessä on siis kyse tasapainosta kaikkien sen osa-alueiden, ympäristöllisen, taloudellisen ja sosiaalisen, välillä. Tässä tutkielmassa kuitenkin keskitytään pääasiassa kestävässä kehityksessä ympäristödimensioon, ja esimerkiksi empiriaosuudessa käytettävät indeksit kuvaavat nimenomaan ympäristöllistä suoriutumista.

Kuten edellä mainittiin, yksi kestävässä kehityksessä määritelmä on jakaa sen tavoitteet kahteen osa-alueeseen: säilytettäviin ja kehitettäviin asioihin. Näistä kehityksen kohteet painottuvat enemmän taloudellisiin tekijöihin, kun taas säilytettävät tekijät nojaavat vahvasti kestävässä kehityksessä ympäristödimensioon (Kates & Parris, 2003).

Ympäristödimensio on vahvasti kytköksissä kestävässä kehityksessä sosiaaliseen osa-alueeseen, ja esimerkiksi Goodland (1995) kuvaa sitä keinoksi parantaa hyvinvointia suojelemalla ympäristön tarjoamia resursseja, ja ehkäisemällä ihmisten toiminnasta aiheutuvien saasteiden ja jätteiden joutumista ympäristöön. Siinä missä kestävässä kehityksessä taloudellinen dimensio on selkeämmin erotettavissa omaksi osa-alueekseen, voi näiden kahden osa-alueen välillä esiintyä jopa päällekkäisyyksiä, eikä niiden välinen ero ole aina yksiselitteinen. Esimerkiksi Moldan, Janouskova & Hák (2009) kirjoittavat, että ympäristö linkittyy vahvasti myös ihmiskunnan hyvinvointiin; hyvinvoinnin ylläpitäminen riippuu lähes täysin luonnon tarjoamista resursseista. Heidän mukaansa ympäristöllinen kestävä kehitys voidaan tästä johtuen määritellä sopivaksi määräksi ympäristöresursseja.

Ympäristödimensiota tarkastellessa voidaan keskittyä esimerkiksi tutkimaan ilmastoa ja ilmastomuutosta, ilmastoon liittyvää riskienhallintaa, energiantuotantoa ja -käyttöä, uusiutuvia energialähteitä, energiatehokkuutta, kaupungistumista, liikennettä, ekosysteemejä, biodiversiteettiä sekä vesistöjä (Moldan et al. 2009). Ympäristödimensio sisältää siis selkeästi ympäristöllisten tekijöiden lisäksi myös sellaisia tekijöitä, joiden luokittelu ei ole aivan niin yksiselitteistä; esimerkiksi energiantuotannossa on otettava huomioon myös taloudellinen osa-alue, ja kaupungistuminen vaikuttaa myös sosiaaliseen dimensioon.

2.3 Kestävän kehityksen mittaaminen

Kestävälle kehitykselle on kehitetty useita erilaisia mittareita, joiden avulla sen toteutumista voidaan eri maiden osalta seurata. Böhringer (2006) määrittelee mittarit yksiuotteisiksi indekseiksi, joiden on tarkoitus kattaa kaikki kestävän kehityksen osa-alueet, joita ovat ympäristöllinen, taloudellinen ja sosiaalinen. Hänen mukaansa näiden mittareiden kehityksen taustalla on poliittisia intressejä; poliittiseen päätöksentekoon kuuluu osaltaan asioiden kehittäminen parempaan suuntaan, ja ongelmia joita ei voida mitata, on vaikea lähteä parantamaan. Mittarit tarjoavat informaatiopohjaa päätöksenteolle, jolloin ympäristöön liittyvää päätöksentekoa saadaan kehitettyä tarkemmaksi, ja tuotua siihen empiiristä pohjaa (Babcicky 2012). On myös todettu, että sellaisia asioita ei voida johtaa, joita ei voida mitata (Yale University 2017) Kestävän kehityksen mittaaminen on tärkeää myös tietoisuuden lisäämisen kannalta, ja mittareiden avulla voidaan tehokkaammin edistää yhteiskunnan kehittymistä kestävämmäksi (Mitchell 1996). Frugoli et al. (2014) mainitsevat myös sukupolvien välisen tasa-arvon merkityksen indeksien luomisessa, ja toteavat, että indeksien avulla voidaan trendien tunnistamisen ja ongelmien havaitsemisen kautta kiinnittää huomiota niihin ongelmiin, jotka kaipaavat ratkaisua. Indeksiä voidaan käyttää myös kommunikaation välineenä järjestöjen ja virastojen, esimerkiksi YK:n, kanssa. (Yale University 2017a).

Indeksit voidaan Babcickyn (2012) mukaan jakaa kahteen luokkaan: yhden muuttujan indekseihin ja usean muuttujan yhdistettyihin indekseihin. Esimerkki usean muuttujan indeksistä on hyvinvoinnin indeksi (well-being index), joka kattaa kaikki kolme kestävän kehityksen osa-alueita. Yhden muuttujan indekseillä mitataan nimensä mukaisesti yksittäisiä ympäristötekijöitä, kuten hiilidioksidi- ja metaanipäästöjä sekä veden saastuneisuutta. Ne pystyvät siis ottamaan huomioon vain yhden tietyn aspektin, kun taas usean muuttujan indeksit pystyvät mittaamaan kaikkia kestävän kehityksen osa-alueita. Kuitenkin taloudelliseen näkökulmaan perustuvissa mittareissa on kestävän kehityksen näkökulman kannalta se ongelma, etteivät ne voi koskaan olla täysin tarkoituksenmukaisia kestävän kehityksen mittareita, sillä markkinoiden ulkopuolella sijaitsevia hyödykkeitä, kuten puhdasta ilmaa ja maisemaa, on vaikeaa arvioida ja mitata täysin tarkasti (Mitchell 1996).

Mittareiden muodostamiselle on olemassa tiettyjä kriteereitä. Indikaattoreilla, joista itse mittari muodostuu, on oltava yhteys kestävään kehitykseen. Lisäksi indikaattoreiden on oltava merkityksellisiä ja niitä on oltava tarpeeksi edustava otos. Niiden tulee myös täyttää mitattavuuden kriteerit, eli niiden sisältävän datan on oltava luotettavaa ja saatavilla olevaa, jotta niitä voitaisiin hyödyntää pidemmällä aikavälillä. (Mitchell 2010)

2.3.1 Ympäristön suoriutumisindeksi

Ympäristön suoriutumisindeksi (Environmental Performance Index, EPI) on vuonna 2006 kehitetty useasta eri muuttujasta yhdistetty indeksi. Se on kehittynyt toisen indeksin, Ympäristön kestävyysindeksin (Environmental Sustainability Index, ESI) pohjalta, ja keskittyy mittaamisessa kestävä kehityksen ympäristölliseen dimensioon (Böhringer & Jochem 2006). Se pisteyttää mukana olevat maat ja asettaa ne ranking-järjestykseen kahden eri osa-alueen mukaan: hyvinvoinnin ja ekosysteemien suojelemisen. Nämä kaksi osa-aluetta jakautuvat edelleen yhdeksään poliittiseen alaongelma-alueeseen, joita mitataan 20 erilaisen indikaattorin avulla. (Yale University 2017a) Osa-alueista saa pisteitä sitä enemmän, mitä paremmin niissä suoriutuu. Korkean pistemäärän saavat maat siis suoriutuvat paremmin indeksin vertailussa ja ovat indeksin mukaan ekologisempia, kuin alhaisemman pistemäärän maat. Ympäristön suoriutumisindeksin sisältöä on avattu tarkemmin alapuolella kuviossa 5. Indeksiä on julkaistu kahden vuoden välein vuodesta 2006 asti, ja pieniä muutoksia lukuun ottamatta indeksin sisältö on pysynyt pääosin samana (Yale University 2017b).

Maiden asettaminen ranking-järjestykseen indeksin arvojen perusteella perustuu ajatukseen siitä, että paremmuusjärjestyksen on tarkoitus herättää kiinnostusta ja kannustaa toimintaan. Sijoitus voi luoda motivaatiota muutokseen, ja ympäristön suoriutumisindeksi tarjoaa mahdollisuuden ottaa askel kohti kestävämpää toimintaa. Indeksien hyödyntämisen avulla voidaan kehittää parempia mittausjärjestelmiä, joiden avulla ympäristöön liittyvää dataa kerätään, ja toimenpiteitä voidaan suunnata erityisesti heikommille alueille

Kuvio 5 erittelee tarkemmin ympäristön suoriutumisindeksin osa-alueita ja sisältöä. Kuvion oikea puoli keskittyy enemmän ihmiskunnan hyvinvointiin liittyviin tekijöihin, ja

sen kolme pääluokkaa ovat terveyteen liittyvät riskit, ilmanlaatu sekä vesi ja jätehuolto/viemäröinti. Näitä luokkia mitataan numeerisilla indikaattoreilla, kuten alttiudella ympäristöllisille riskeille, ilman saastemääränä ja puhtaan veden sekä jätehuollon saatavuutena. Indeksien toinen puoli koostuu ekosysteemiin liittyvistä kohteista, joita ovat veteen liittyvät resurssit, maatalous, metsät, kalakannat, monimuotoisuus ja elinympäristö sekä ilmasto ja energia. (Hsu et al. 2016)



Kuvio 5. Ympäristön suoriutumisindeksi (Hsu et al. 2016)

Indeksin rakentaminen on seurausta datapohjaisen informaation tarpeesta poliittisessa päätöksenteossa. Lisäksi sen on tarkoitus ohjata resurssien hyödyntämistä tulevaisuudessa mahdollisimman viisaalla tavalla, ja kiinnittää huomiota niihin ongelmiin, jotka ovat seurausta huonosti hallinnoituista

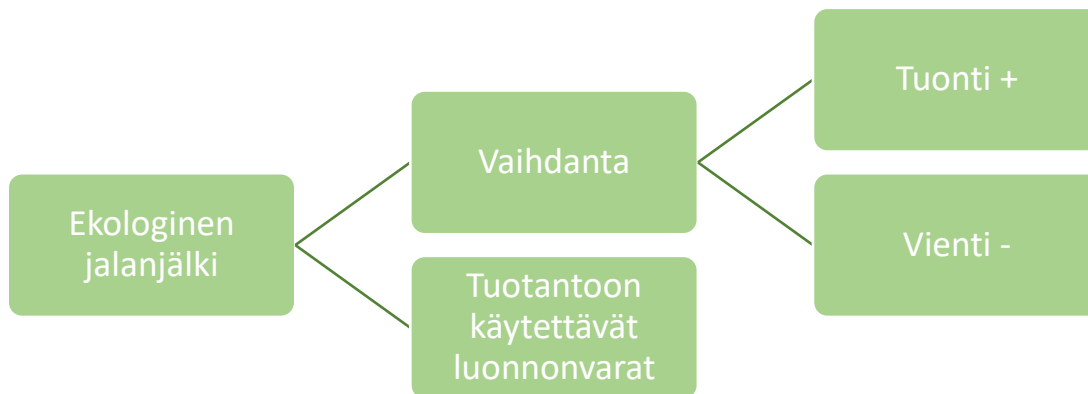
ympäristöriskeistä. Kestävän kehityksen strategioiden nopea leviäminen yrityssektorin sisällä on myös osaltaan aiheuttanut tarvetta kestävän kehityksen mittaamiselle. (Yale University 2017a)

2.3.2 Ekologinen jalanjälki

Toinen tutkielmassa hyödynnettävistä mittareista on ekologinen jalanjälki (ecological footprint, EF), jonka ovat alun perin kehittäneet Mathis Wackernagel sekä William Rees Brittiläisen Kolumbian yliopistossa Kanadan Vancouverissa (Global Footprint Network 2017a). Ekologinen jalanjälki mittaa ihmisten hyödyntämiä ekosysteemin tarjoamia resursseja sen mukaan, miten hyvin ne pystyvät vastaamaan tähän kysyntään. Käytettävissä olevaa maa- ja vesistöaluetta kutsutaan usein myös biokapasiteetiksi. (Wackernagel 2009) Böhringer & Jochem (2006) toteavat lisäksi, että ekologisen jalanjäljen mittaamisessa oletuksena on, että elintason säilyttäminen vaatii myös tehokkuuden parantamista. Ekologista jalanjälkeä mitataan maakohtaisten kulutustilastojen perusteella.

Wackernagel et al. (2002) korostavat olemassa olevien resurssien merkitystä kestävän kehityksen mittaamisessa, jolloin aluksi selvitetään paljonko maapallon uusiutuvaa kapasiteettia ihmiset tarvitsevat tuottaakseen resursseja ja palveluita päivittäiseen elämäänsä, ja tätä verrataan jäljellä olevaan ekologisten hyödykkeiden kapasiteettiin. Tätä mittaustapaa on mahdollista hyödyntää globaalisti alueellisilla- ja maatasoilla, ja se koostuu kahdesta osa-alueesta, kysynnästä ja tarjonnasta. Kysynnän puolta mitataan ekologisella jalanjäljellä, kun taas tarjonnan puolta tarkastellaan biokapasiteetin avulla. (Galli, Wackernagel, Iha, & Lazarus, 2013) Mittaus kohdistetaan kuuteen maakategoriaan; maanviljelyalueeseen, laidunmaahan, kalastusalueisiin, rakennettuun maahan, metsäalueeseen sekä hiiliperäiseen maahan (carbon demand on land) (Global Footprint Network 2017b). Yksinkertaistettuna, ekologinen jalanjälki mittaa siis luonnonvarojen kestäväää käyttöä (Qian, Qiu, Xu, & Liao, 2014) Mikäli jonkin populaation ekologinen jalanjälki on suurempi kuin sen käytettävissä oleva alueellinen biokapasiteetti, on alueella niin kutsuttu ekologinen vajaus; tällöin alueen kapasiteetti ei riitä kaiken tuotannon ylläpitämiseen. Vastaavasti, mikäli ekologinen jalanjälki on

biokapasiteettia pienempi, on alueella ekologinen varanto (Global Footprint Network 2017b).



Kuvio 6. Ekologisen jalanjäljen muodostuminen

Yläpuolella kuviossa 6 on kuvattu ekologisen jalanjäljen muodostuminen. Kulutusta mittaava ekologinen jalanjälki koostuu sekä tuotannon jalanjäljestä, että vaihdannan nettojalanjäljestä; vaihdannan nettojalanjälki koostuu viennin ja tuonnin välisten jalanjälkien erotuksesta (Global Footprint Network 2017c). Ekologista kokonaisjalanjälkeä voidaan havainnollistaa myös yhtälöllä:

$$EF_C = EF_P + (EF_I - EF_E) \quad (1)$$

Yhtälössä sulkujen sisällä EF_I tarkoittaa tuonnin ekologista jalanjälkeä, ja EF_E puolestaan viennin vastaavaa lukua; näiden erotuksesta saadaan vaihdannan nettojalanjälki, joka lisätään oman tuotannon ekologiseen jalanjälkeen (EF_P). Tästä summasta muodostuu kokonaisjalanjälki EF_C . Ekologinen jalanjälki voidaan laskea joko valtiota kohden, tai jakaa asukasmäärällä; asukasmäärällä jaettuna mittarista saadaan vertailukelpoisempia tuloksia (Özdemir et al. 2010). Ekologinen jalanjälki on hyvin altis kuluttajien käyttäytymisessä ja kulutuspäätöksissä tapahtuville muutoksille (Global Footprint Network 2017c).

2.3.3 Kritiikkiä

Vaikka kestävyysindeksejä pidetäänkin yleisesti käyttökelpoisina tapoina mitata kestävä kehitystä, on niillä myös omat puutteensa. Böhringer & Jochem (2006) kritisoivat indeksejä etenkin siitä, että ne eivät täytä tieteellisiä mittaamiselle asetettuja vaatimuksia. Heidän mukaansa kestävä kehityksen mittareilla on vaikeaa kuvata koko ilmiötä, ja lisäksi indikaattoreiden painotukseen ja vakiointiin ei ole olemassa yleisesti hyväksyttyä menetelmää. Painotuksilla ja normalisoinnilla tähdätään siihen, että mittarit olisivat eri maiden osalta vertailukelpoisia, joten menetelmän puute aiheuttaa ongelmia tulosten vertailtavuudelle.

Kritiikkiä indekseille on annettu myös siitä, että niissä voi esiintyä tulkinnanvaraisuutta riippuen niitä hyödyntävästä tahosta. Yhden tahon luoma indeksi voi toisen mielestä olla puutteellinen tarpeiden ja tavoitteiden vaihtelusta johtuen, eikä kaikkialla hyväksyttyä indeksiä ole vielä onnistuttu kehittämään. (Mitchell 1996) Lisäksi datan puutteellisuus tai haasteellinen saatavuus asettavat ongelmia mittaamiselle. Kestävä kehityksen mittareiden yhteydessä usein painotetaan, että mittareita ei välttämättä ole mielekästä tulkita kirjaimellisesti, ja esimerkiksi Wackernagelin (2009) mukaan tulokset eivät koskaan voi olla täysin oikeassa.

Hezri & Dovers (2005) korostavat lisäksi, että vaikka indeksejä voidaan hyödyntää poliittisessa päätöksenteossa, liittyy tähän myös tiettyjä ongelmia. Indeksien luominen ja kehittäminen vaativat jatkuvaa globaalia yhteistyötä ja integraatiota; tämä voi aiheuttaa yksittäisen valtion joustavuuden vähenemistä, kun päätöksiä tehdään ja ympäristöllistä suoriutumista seurataan enemmän kansainvälisellä tasolla.

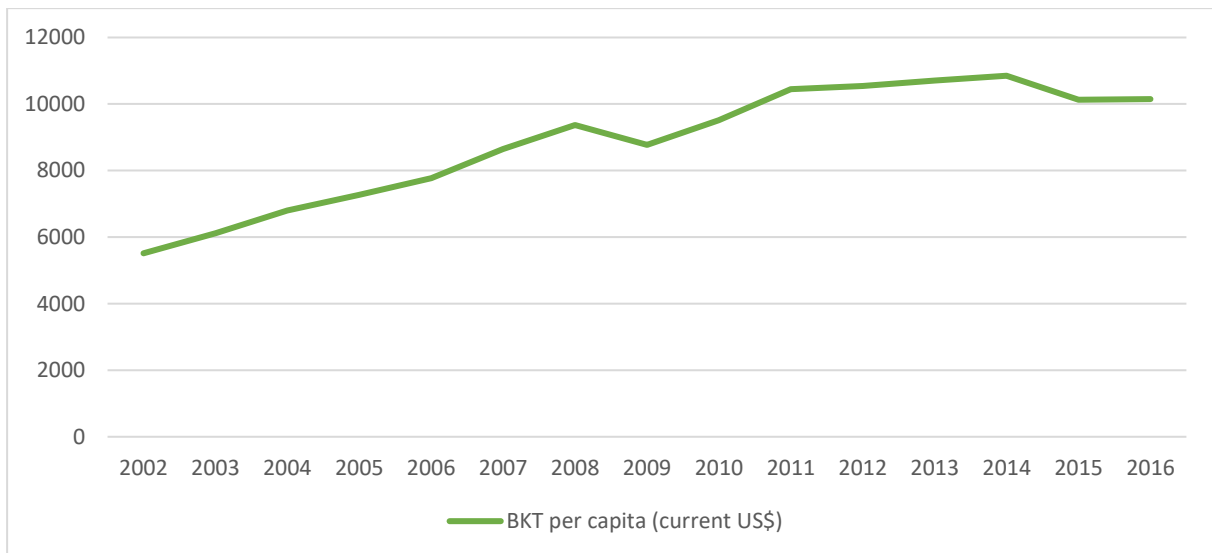
3. Tutkimusaineisto ja -menetelmät

Tässä osiossa käydään läpi tutkimusaineisto sekä tutkimusmenetelmät. Aineiston osalta esitellään tutkimuksessa käytettävät selittävät muuttujat ja käydään vielä lyhyesti läpi kestävyysindeksit. Tutkimusaineisto on paneelidatamuodossa. Tutkimusmenetelmänä käytetään lineaarista regressioanalyysia, joten tässä osuudessa käsitellään myös sen taustaedellytyksiä ja selvennetään siihen liittyviä käsitteitä.

3.1 Tutkimusaineisto

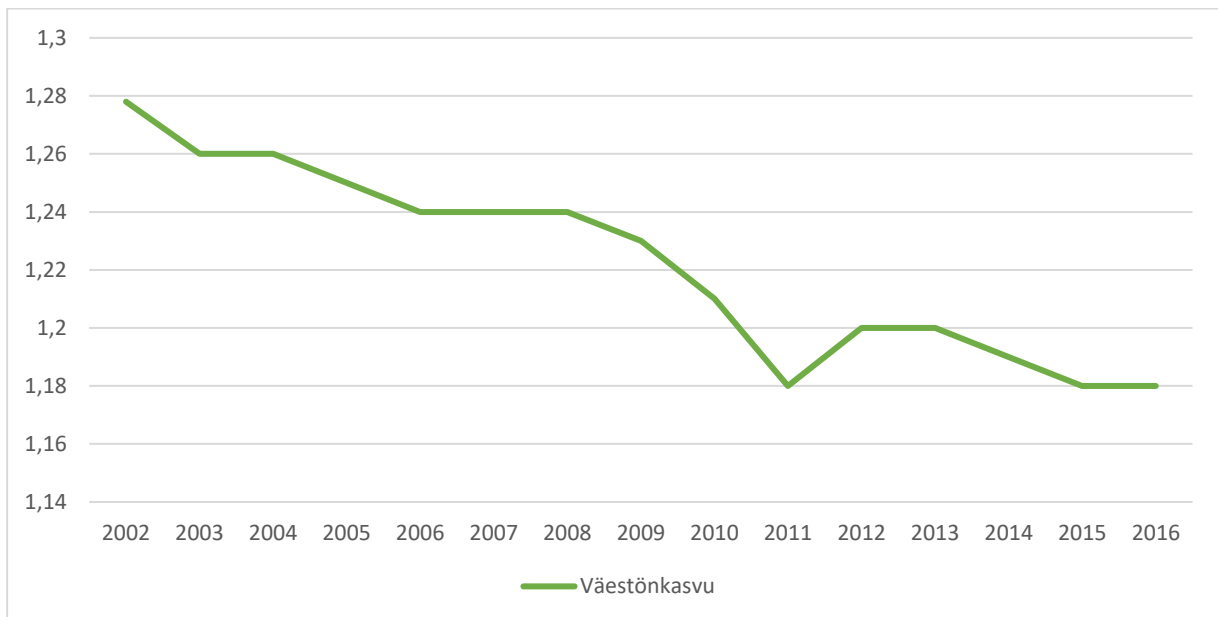
Tutkimusaineisto koostuu yhteensä kuudesta muuttujasta. Muuttujista kaksi on selitettäviä ja neljä selittäviä. Selittävästä muuttujista on vuosittaista dataa vuodesta 2002 vuoteen 2016 asti, yhteensä 84 eri valtiosta. Selittävien muuttujien osalta data on kerätty Maailman Pankin tilastoista, ja indeksien arvot indeksien omista datalähteistä (World Bank 2017; Yale University 2017b; Global Footprint Network 2017c) Kuten aiemmin kappaleessa 1.2 mainittiin, maiden osalta ei ole tehty erillisiä maantieteellisiä rajauksia, vaan rajaus on tehty sen mukaan, miten indekseistä on dataa saatavilla; ympäristön suoriutumisindeksiä on mitattu kahden vuoden välein vuodesta 2006 vuoteen 2016 asti ja ekologista jalanjälkeä vuosittain aikavälillä 2002-2013, joten myös muiden muuttujien arvot ovat aikaväliltä 2002-2016. Selittäviä muuttujia tutkimuksessa ovat bruttokansantuote asukasta kohti laskettuna (bkt), vuositason prosentuaalinen väestönkasvu (popgrowth), väestötiheys (popdensity) sekä urbaanin väestön määrä (urbanpop), joka ilmaistaan prosenttilukuna koko valtion asukasmäärästä.

Bruttokansantuote kuvaa kaikkien valtiossa vuoden sisällä tuotettujen tavaroiden ja palveluiden arvoa. Tässä tutkielmassa bruttokansantuotetta käsitellään asukasta kohden laskettuna vertailtavuuden parantamisen takia. Kuviosta 7 nähdään, että tutkimuksessa mukana olevien maiden bruttokansantuote (keskiarvona laskettuna) on noussut melko tasaisesti, lukuun ottamatta pieniä notkahduksia vuosina 2009 ja 2015.



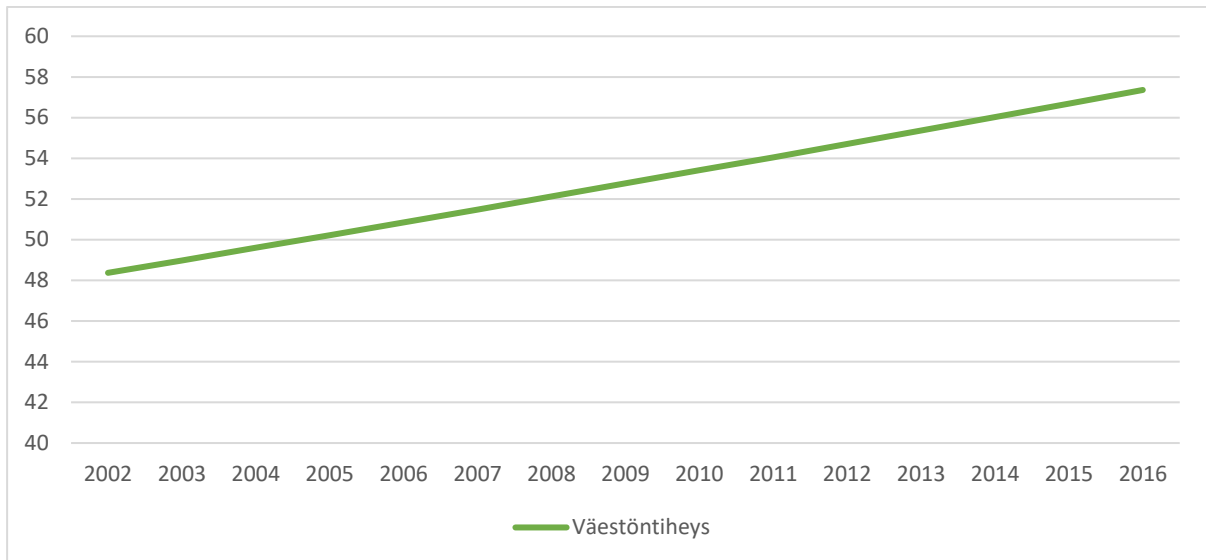
Kuvio 7. Bruttokansantuotteen muutokset (World Bank 2017)

Väestönkasvulla mitataan nimensä mukaisesti vuosittaista prosentuaalista maailman väkiluvun nousua. Kuviossa 8 on kuvattu prosentuaalista väestönkasvua ja siitä nähdään, että väestönkasvu on kohdemaiden osalta pienentynyt melko tasaisesti, lukuun ottamatta vuotta 2012, jolloin väestönkasvuprosentti kasvoi edelliseen vuoteen verrattuna.



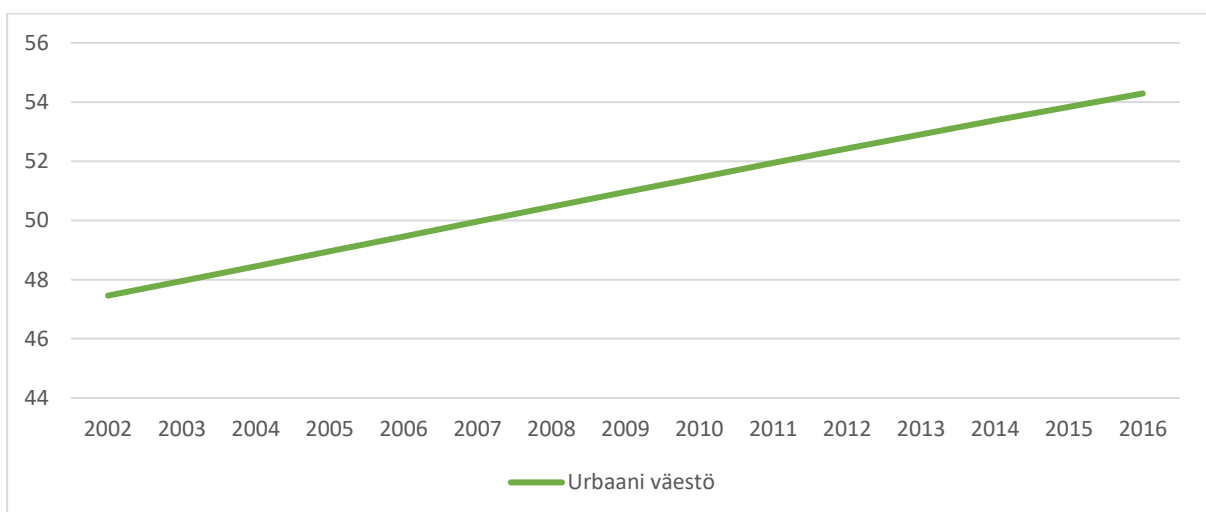
Kuvio 8. Prosentuaalinen väestönkasvu (World Bank 2017)

Väestötiheys kertoo, kuinka monta asukasta maassa asuu yhtä neliökilometriä kohden. Kuviosta 9 nähdään, että väestötiheys on kasvanut joka vuosi; tämä selittyy esimerkiksi sillä, että myös väestön määrä kasvaa jatkuvasti.



Kuvio 9. Väestötiheyden muutokset (World Bank 2017)

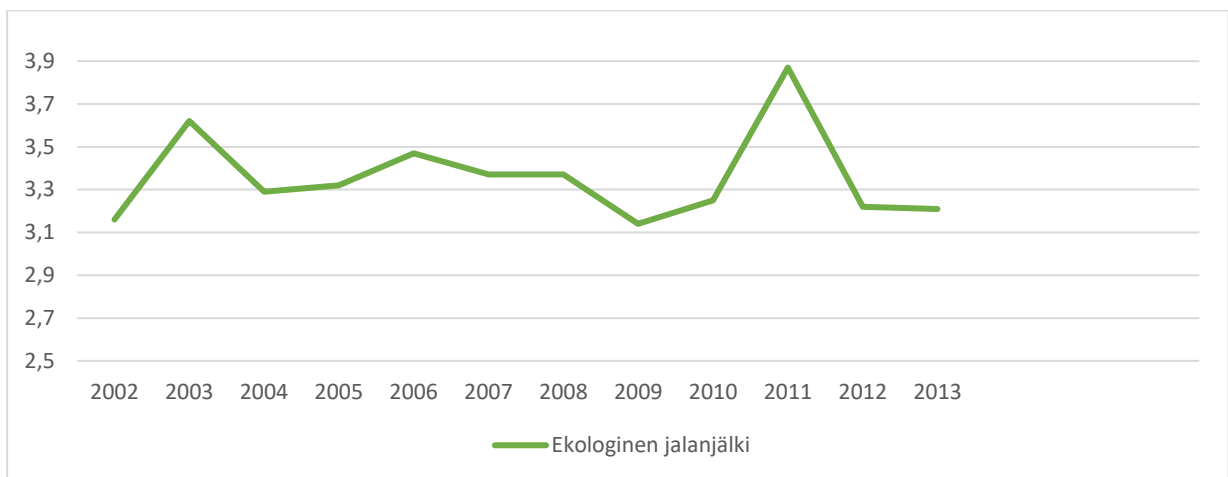
Uraanilla väestöllä tarkoitetaan niitä asukkaita, jotka asuvat alueilla, joilla tyypillisesti on korkea väestötiheys sekä kehittynyt infrastruktuuri, ja kuviossa 10 se on ilmaistu %-osuutena kokonaisväestön määrästä. Uraanin väestön osuus seuraa esimerkiksi taloudellista kehitystä, joten on luonnollista, että esimerkiksi bruttokansantuotteen kasvaessa myös uraanin väestön osuus lisääntyy.



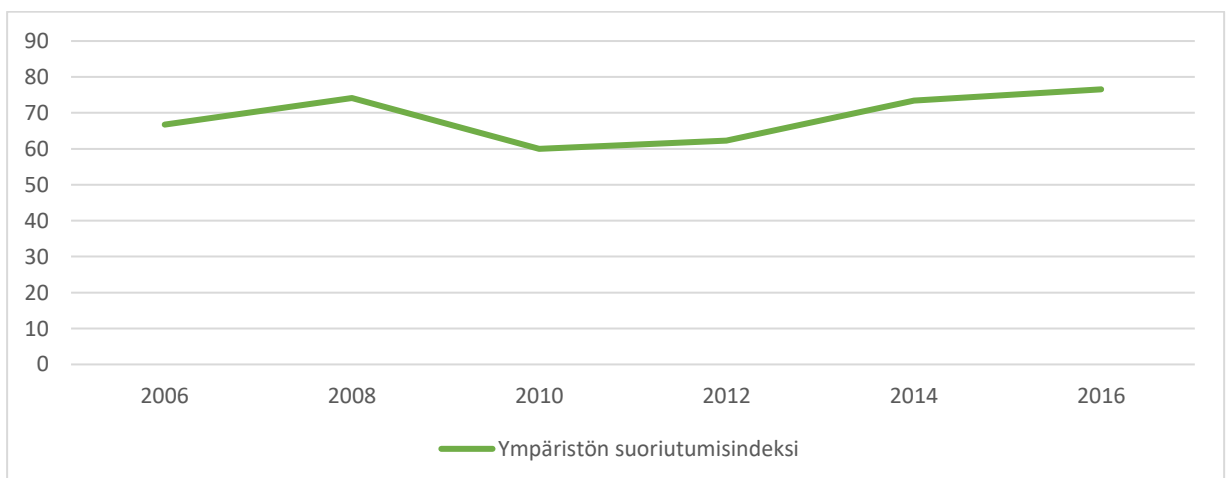
Kuvio 10. Uraanin väestön osuus (World Bank 2017)

Selittävien muuttujien kuvaajien tulkinnessa on huomioitava, että ne kuvaavat otoksesta laskettuja keskiarvoja. Lukujen kehitys siis todellisuudessa ei ole niin tasaista kuin kuvioissa esitetään, vaan maatasolla esiintyy huomattavasti enemmän hajontaa muuttujien kehityksessä.

Kuvioissa 11 ja 12 on kuvattu selitettävien muuttujien arvoissa tapahtuvia muutoksia tarkasteluajanjaksoilla. Ympäristön suoriutumisindeksin arvot ovat vaihdelleet huomattavasti ekologista jalanjälkeä vähemmän, mutta toisaalta siitä on myös vähemmän dataa saatavilla. Ekologisen jalanjäljen arvot ovat vaihdelleet jonkin verran arvojen 3,1 ja 3,9 välillä, joten kovin suuresta muutoksesta ei kuitenkaan ole kyse.



Kuvio 11. Ekologisen jalanjäljen muutokset



Kuvio 12. Ympäristön suoriutumisindeksin muutokset

3.2 Lineaarinen regressioanalyysi

Lineaarinen regressio on usean muuttujan ekonometrinen malli, joka soveltuu niihin tilanteisiin, kun halutaan mitata usean selittävän muuttujan x vaikutuksia yhteen selitettävään muuttujaan y . Mallia voidaan kuvata lineaarisella yhtälöllä:

$$y = \beta_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \dots + \beta_K x_K + e \quad (2)$$

jossa y kuvaa selitettävää muuttujaa ja β_k , β_2 ja β_3 ovat selittävien muuttujien x_k , x_2 ja x_3 kertoimia. Kerroin kuvaa muutosta, eli tässä tapauksessa kertoo, kuinka monta yksikköä selittävän muuttujan yhden yksikön kasvu muuttaa selitettävää muuttujaa, ja mihin suuntaan muutos tapahtuu. Oletuksena tähän liittyen on lisäksi, että muissa selittävässä muuttujissa ei tapahdu muutoksia. β_1 kuvaa yhtälössä vakiota, joka kertoo y :n arvon, kun $x = 0$. Yhtälössä e puolestaan residuaalia eli virhetermiä, joka sisältää kaikki mittaamisen ulottumattomissa olevat tai mallin kannalta merkityksettömät tekijät. (Hill, Griffiths & Lim 2012, 170-173)

3.3 Paneelidata

Paneelidata on datamuoto, jossa on havaintoja useista havaintoyksiköistä usean periodin ajalta. Siinä on siis sekä aikasarjadataan että poikkileikkausdataan ominaisuuksia. Mikäli datassa on jokaisesta yksiköstä yhtä paljon havaintoja, on kyseessä tasapainoinen paneeli. Tämän tutkielman tapauksessa paneeli ei siis ole tasapainoinen, sillä indekseistä on dataa saatavilla vain rajoitetusti, ja datassa on joitain puuttuvia arvoja etenkin ympäristön suoriutumisindeksin osalta. (Hill et al. 2012, 8-9) Tasapainoiseen ja epätasapainoiseen paneelidataan voidaan kuitenkin käyttää samoja estimointimenetelmiä, eikä puuttuvien arvojen pitäisi vaikuttaa tuloksiin (Brooks 2014, 529). Paneelidatan etuja aikasarjadataan ja poikkileikkausdataan nähden on esimerkiksi se, että sen avulla voidaan tutkia asioita laajemmin, ja käsitellä monimutkaisempia ongelmia. Lisäksi muuttujien välisten suhteiden tarkastelu helpottuu, sillä paneelidatalla voidaan havaita muuttujien tai niiden välisten suhteiden dynaamisia muutoksia. Jotta samaan päästäisiin aikasarjadataalla, tarvittaisiin dataa

pitkältä ajalta, koska muuten havaintojen määrä olisi liian vähäinen (Brooks 2014, 527).

Paneelidatalla esiintyy yleisesti kolme erilaista muotoa:

1. Pitkä ja kapea, jolloin aika T on huomattavasti suurempi kuin havaintoyksiköt N
2. Lyhyt ja leveä, jolloin havaintoyksikköjen määrä on suurempi kuin periodien määrä
3. Pitkä ja leveä, jolloin dataa on sekä pitkältä ajalta että useista eri yksiköistä

Tässä tutkielmassa dataa on 84 maasta yhteensä 15 vuoden ajalta, joten tässä suhteessa voidaan ajatella datan olevan pitkä ja leveä. Kuitenkin eri muuttujista saadun datan määrä vaihtelee, joten todellisuudessa data on ennemminkin lyhyttä ja leveää.

3.3.1 Kiinteiden vaikutusten malli

Paneelidatalle yleisesti käytössä olevia estimointimenetelmiä ovat kiinteiden vaikutusten malli sekä satunnaisten vaikutusten malli. Kiinteiden vaikutusten mallia voidaan kuvata yhtälöllä:

$$y_{it} = \beta_{1i} + \beta_{2i}x_{2it} + \beta_{3i}x_{3it} + \dots + \beta_k x_k + e_{it} \quad (3)$$

josta nähdään, että kaikissa alaindekseissä esiintyy kirjain i ; tällä kuvataan sitä, että kertoimet voivat vaihdella eri yksiköiden välillä. Tällöin taustalla on oletus siitä, että yksittäiset virhetermit eri ajanjaksoilta voivat olla korreloituneita. Tämän mallin käyttäminen lyhyelle ja leveälle paneelidatalle on kuitenkin hieman ongelmallista, sillä ajan ollessa lyhyt olisivat tulokset todennäköisesti epätarkkoja. Lyhyille ja leveille paneeleille käytettävää kiinteiden vaikutusten mallia voidaankin paremmin kuvata yhtälöllä:

$$y_{it} = \beta_{1i} + \beta_2 x_{2it} + \beta_3 x_{3it} + \dots + \beta_k x_k + e_{it} \quad (4)$$

tällöin muuttujien kertoimet vakiota lukuun ottamatta eivät vaihtelee yli ajan tai yksiköiden välillä, ja mallia voidaan käyttää myös lyhyille ja leveille aineistolle.

3.3.2 Satunnaisten vaikutusten malli

Samoin kuin kiinteiden vaikutusten mallissa, myös satunnaisten vaikutusten mallissa oletetaan, että vakio-termi β_{1i} kuvastaa kaikkia eroja yksiköiden välillä. Kuitenkin tässä mallissa oletetaan, että kaikki mallin yksiköt ovat satunnaisia, jolloin myös yksiköiden välisiä eroja pidetään satunnaisina. Satunnaisten vaikutusten mallia voidaan kuvata yhtälöllä:

$$y_{it} = \beta_{1i} + \beta_2 x_{2it} + \beta_3 x_{3it} + e_{it} \quad (5)$$

Malli eroaa kiinteiden vaikutusten mallista siten, että siinä vakio-termi β_{1i} koostuu populaation keskimääräisestä vakiosta $\bar{\beta}_{1i}$ sekä satunnaisesta virhetermistä u_i . Tämä satunnainen virhetermi sisältää kaikki erot yksikköjen välillä. Satunnaisten vaikutusten mallia käytetään niissä tapauksissa, kun satunnaisilla eroilla eri yksiköiden välillä oletetaan olevan vaikutuksia selitettävään muuttujaan. (Hill et al. 2012, 555-557, Brooks 2014, 536)

3.3.3 Mallin valinta

Paneelidatalle sopivan mallin valinnassa voidaan käyttää ns. paneelidatakaaviota. Ensin täytyy testata, käytetäänkö valitulle aineistolle kiinteiden vai satunnaisten vaikutusten mallia; tämä voidaan tehdä Hausman-testin avulla. Testin nollahypoteesi H_0 on, että kiinteiden ja satunnaisten mallien kertoimissa ei ole eroja. Mikäli nollahypoteesi hylätään, suoritetaan F-testi, jonka nollahypoteesina on, että vakiot eivät eroa yksiköiden välillä. Jos F-testin nollahypoteesi hylätään, käytetään kiinteiden vaikutusten mallia, ja nollahypoteesin jäädessä voimaan käytetään pooled OLS-estimointimenetelmää. Hausman-testin nollahypoteesin jäädessä voimaan tehdään Breusch-Paganin testi, jolla testataan voiko satunnaisten vaikutusten mallia käyttää. Mallin nollahypoteesina on, ettei malliin sisälly satunnaisia vaikutuksia. Jos

nollahypoteesin hylätään, on mallissa satunnaisia vaikutuksia, jolloin kannattaa käyttää satunnaisten vaikutusten mallia. Nollahypoteesin jäädessä voimaan satunnaisia vaikutuksia ei ole, ja tässä tapauksessa käytetään pooled OLS -estimointimenetelmää. Pääsääntöisesti siis, jos Hausman-testin nollahypoteesi hylätään, tulee käyttää kiinteiden vaikutusten mallia, ja nollahypoteesin jäädessä voimaan käytetään satunnaisten vaikutusten mallia.

4. Tutkimustulokset

Tässä osiossa tarkastellaan tutkimuksesta saatuja tuloksia. Tutkimustulosten lisäksi käydään läpi testien taustaedellytyksiä sekä pohditaan tuloksia tutkimuskysymysten pohjalta. Menetelmänä on pääosin käytetty kiinteiden vaikutusten mallia, ja riskitasona tutkimuksessa on 5%.

4.1 Estimoinnin tulokset

Taulukkoon 1 on koottu selittävien ja selitettävien muuttujien tunnuslukuja; tarkastelussa on maksimi, minimi, keskiarvo, mediaani ja keskihajonta. Muuttujien välillä esiintyy melko oletustikin suurehkoja eroja eri arvoissa, sillä mukana olevat valtiot ovat myös ominaisuuksiltaan hyvin erilaisia. Selittävästä muuttujista suurin hajonta on bruttokansantuotteessa sen maksimin ollessa 102 910,40 USD ja minimin 111,40 USD. Väkiluvun kasvu (popgrowth) sekä urbaanin väestön määrä (urbanpop) on esitetty taulukossa %-osuuksina koko väestön määrästä. Etenkin bruttokansantuotteen kohdalla nähdään keskiarvon alttius outlier-havainnoille, sillä sen keskiarvo ja mediaani eroavat suuresti toisistaan. Esimerkiksi väestönkasvun osalta tämä ero on paljon pienempi, ja väestönkasvu ei vaihtele yhtä radikaalisti eri maiden välillä. Selitettävistä muuttujista puolestaan ekologisen jalanjäljen pienimmän ja suurimman arvon välillä on huomattavasti suurempi ero kuin ympäristön suoriutumisindeksin vastaavissa arvoissa. Tämä on toisaalta myös odotettavissa, sillä ekologinen jalanjälki voi saada mitä tahansa arvoja, kun taas ympäristön suoriutumisindeksiä mitataan asteikolla 0-100.

Taulukko 1. Muuttujien tunnusluvut

	Gdp	Popgrowth	Popdensity	Urbanpop	EF	EPI
Maksimi	102910,40	7,10	1301,00	97,80	60,10	95,50
Minimi	111,40	-2,20	2,60	8,70	0,54	25,70
Keskiarvo	13699,15	1,43	143,11	58,50	3,36	66,98
Mediaani	4167,40	1,30	86,30	61,80	2,33	68,95
Keskivirhe	18673,58	1,15	193,89	22,17	3,16	14,86

Ekologisen jalanjäljen osalta voidaan olettaa ennen tulosten tarkastelua, että ainakin väestönkasvu ja urbaanin väestön osuuden kasvu saavat positiiviset etumerkit; näiden muuttujien kasvun voidaan olettaa lisäävän ympäristön kuormitusta, mikä puolestaan kasvattaa ekologisen jalanjäljen saamia arvoja. Bruttokansantuote asukasta kohden laskettuna puolestaan voi vaikuttaa ekologiseen jalanjälkeen joko positiivisesti tai negatiivisesti; toisaalta bkt:n kasvu voi kasvattaa ekologista jalanjälkeä, sillä varallisuuden lisääntyessä myös kulutus todennäköisesti lisääntyy. Toisaalta voi olla, että varallisuuden kasvu johtaa siihen, että ympäristöongelmiin kiinnitetään enemmän huomiota, ja investoidaan esimerkiksi aiempaa enemmän kestäväan kehitykseen.

Ympäristön suoriutumisindeksille estimoidun yhtälön etumerkit ovat todennäköisesti hieman erilaisia, kuin ekologisen jalanjäljen osalta; tähän vaikuttaa esimerkiksi se, että indeksien saamia arvoja tulkitaan päinvastoin. Ympäristön suoriutumisindeksin tulkinnassa korkeat arvot tarkoittavat parempaa suoriutumista, kun taas ekologisessa jalanjäljessä korkeat arvot tarkoittavat suurempaa ympäristökuormitusta. Tämän takia voidaan olettaa, että esimerkiksi väestönkasvu vaikuttaa negatiivisesti ympäristön suoriutumisindeksiin. Indekseille estimoitavat yhtälöt ovat muotoa:

$$EF_{it} = \beta_1 + \beta_2 GDP_{it} + \beta_3 POPGROWTH_{it} + \beta_4 POPDENSITY_{it} + \beta_5 URBANPOP_{it} + e_{it} \quad (6)$$

$$EPI_{it} = \beta_1 + GDP_{it} + \beta_3 POPGROWTH_{it} - \beta_4 POPDENSITY_{it} - \beta_5 URBANPOP_{it} + e_{it} \quad (7)$$

Selittävien muuttujien vaikutusta ekologiseen jalanjälkeen tutkitaan kiinteiden vaikutusten mallin avulla. Hausman-testin tuloksesta nähdään, että $pr < m$ jää alle riskitason 0,05 jolloin sen nollahypoteesi (kiinteiden ja satunnaisten vaikutusten mallien kertoimissa ei ole eroja) hylätään, jolloin tulee käyttää joko kiinteiden vaikutusten mallia tai pooled OLS -menetelmää. Seuraavaksi suoritetaan F-testin tuloksesta huomataan, että siinä $pr > F$ -arvo jää myös alle riskitason, jolloin valitaan tutkimusmenetelmäksi kiinteiden vaikutusten malli. Hausman-testin tulos on esitetty liitteessä 1 ja F-testin tulos liitteessä 2.

Taulukossa 2 on kuvattu kiinteiden vaikutusten menetelmällä saatuja tutkimustuloksia ekologisen jalanjäljen osalta. Tuloksista nähdään, että valituista muuttujista lähimpänä tilastollista merkitsevyyttä on väestönkasvuprosentti; sen noustessa yhdellä yksiköllä

nousee ekologisen jalanjäljen arvo keskimäärin 0,211 yksikköä. Tämä aiheutuu todennäköisesti siitä, että väkiluvun lisääntyessä myös väestön kuormittavuus lisääntyy, ja luonnonvaroja joudutaan hyödyntämään enemmän hyvinvoinnin ylläpitämiseksi. Sen sijaan bruttokansantuotteella asukasta kohden on taulukon mukaan päinvastainen, eli negatiivinen vaikutus ekologiseen jalanjälkeen. Bruttokansantuotteen noustessa yhdellä yksiköllä laskee ekologisen jalanjäljen saama arvo keskimäärin kuudella yksiköllä. Tähän voi mahdollisesti vaikuttaa esimerkiksi se, että bruttokansantuotteen kasvaessa myös maan vauraus lisääntyy, jolloin sillä on enemmän mahdollisuuksia investoida esimerkiksi kestävämpiin ja energiatehokkaampiin laitteisiin ja energiantuotantoon, mikä vaikuttaa pienentävästi ekologiseen jalanjälkeen.

Väestötiheydellä ja urbaanin väestön määrällä on taulukon mukaan jonkin verran positiivista korrelaatiota ekologiseen jalanjälkeen, mutta etenkin väestötiheyden kohdalla vaikutus on lähes olematon. On kuitenkin huomioitava myös, että vaikka mallin selitysaste onkin 57%, taulukon mukaan yksikään selittävistä muuttujista ei ole tilastollisesti merkitsevä 5% riskitasolla. Tällöin tutkimuksesta saatuja tuloksia ei voida pitää luotettavina.

Taulukko 2. Parametriestimaatit (ef, kiinteät vaikutukset)

Parametriestimaatit ef				
Muuttuja	Estimaatin arvo	Keskivirhe	t-arvo	Pr < t
Vakio	0,391215	3,8236	0,12	0,9052
Gdp	-6,08	0,000015	-0,41	0,6807
Popgrowth	0,211241	0,1849	1,14	0,2535
Popdensity	0,000385	0,00202	0,19	0,8490
Urbanpop	0,028033	0,0364	0,77	0,4419

Myös ympäristön suoritumisindeksin osalta käytetään kiinteiden vaikutusten mallia Hausman-testin pr < m -arvon jäädessä alle riskitason, jolloin testin nollahypoteesi hylätään (liite 3). Hausman-testin jälkeen suoritettiin F-testi, jolla testattiin kiinteiden

vaikutusten mallin soveltuvuutta. F-testin nollahypoteesina on, että kaikilla yksiköillä on sama vakio. Tässä tapauksessa F-testin tulokseksi saadaan $p > F = <,0001$, jolloin testin nollahypoteesi hylätään, ja kannattaa käyttää kiinteiden vaikutusten mallia. F-testin tulos on esitetty liitteessä 4.

Taulukkoon 3 on koottu kiinteiden vaikutusten mallin avulla estimoituja tuloksia ympäristön suoriutumisindeksin osalta. Muuttujista tilastollisesti merkitsevin vaikutus ympäristön suoriutumisindeksin saamien arvojen muotoutumiseen on urbaanin väestön määrällä. Urbanin väestön osuuden kasvaessa yhdellä yksiköllä, pienenee ympäristön suoriutumisindeksin arvo keskimäärin 0,96 yksikköä. Tämä on odotettavissa oleva tulos, sillä väestön siirtyessä enemmän kaupunkeihin lisääntyy esimerkiksi viemäröintiin ja puhtaanapitoon kohdistuva kuormitus ja liikenteen määrä kasvaa. Tiiviimpi rakentaminen myös vaatii resursseja ja aiheuttaa mahdollisesti myös haittaa luonnon monimuotoisuudelle.

Taulukon mukaan väestötiheydellä on hyvin lievä negatiivinen vaikutus ympäristön suoriutumisindeksiin. Väestötiheyden kasvaessa yhdellä yksiköllä pienenee ympäristön suoriutumisindeksin saama arvo keskimäärin 0,02 yksikköä; tämän muutoksen taustalla on todennäköisesti samankaltainen syy kuin urbaanin väestön määrän kasvulla, sillä tiiviimpi asuminen aiheuttaa enemmän kuormitusta ympäristölle, ja väestön pakkautuessa enemmän samoille alueille joudutaan esimerkiksi metsää kaatamaan pois rakentamisen tieltä.

Tässä mallissa väestönkasvuprosentti ja bruttokansantuote eivät ole tilastollisesti merkittäviä, jolloin niillä ei voida sanoa olevan vaikutusta selitettävään muuttujaan. Väestötiheys ja urbaanin väestön määrä ovat tilastollisesti merkittäviä $p < t$ -arvon jäädessä alle riskitason.

Taulukko 3. Parametriestimaatit (epi, kiinteät vaikutukset)

Parametriestimaatit epi				
Muuttuja	Estimaatin arvo	Keskivirhe	t-arvo	Pr < t
Vakio	161,6808	23,2807	6,94	<,0001
Gdp	-0,00028	0,000145	-1,91	0,0569
Popgrowth	0,071361	1,5254	0,05	0,9627
Popdensity	-0,01999	0,00995	-2,01	0,0453
Urbanpop	-0,9687	0,2515	3,85	0,0001

4.2 Luotettavuuden tarkastelu

Tutkimustulosten luotettavuutta tässä tutkielmassa tarkastellaan multikollineaarisuuden sekä heteroskedastisuuden näkökulmasta. Multikollineaarisuudella tarkoitetaan selittävien muuttujien välistä vahvaa lineaarista yhteyttä, ja sitä tarkastellaan taulukossa 4 esitetyn muuttujien korrealaatiomatriisin avulla.

Taulukko 4. Muuttujien korrealaatiomatriisi

Muuttujien korrealaatiomatriisi				
	Gdp	Popdensity	Popgrowth	Urbanpop
Gdp	1,00000	-0,00140	-0,38120	0,58594
Popdensity	-0,00140	1,00000	-0,02672	-0,03727
Popgrowth	-0,38120	-0,02672	1,00000	-0,47773
Urbanpop	0,58594	-0,03727	-0,47773	1,00000

Matriisista nähdään, että lähes kaikkien muuttujien välillä on havaittavissa lievää negatiivista korrealaatiota. Positiivista korrealaatiota löytyy urbaanin väestön määrän ja asukasta kohden lasketun bruttokansantuotteen väliltä (0,58). Lukujen perusteella malli ei todennäköisesti ole ainakaan voimakkaasti multikollineaarinen. Tämä voidaan

päätellä myös siitä, että keskivirheet eivät saa kovin suuria lukuja; multikollinearisuus kasvattaa estimaattoreiden variansseja, jolloin myös keskivirheet kasvavat. Multikollinearisuus saattaa myös johtaa mallin korkeaan selitysasteeseen, kun selittävät muuttujat selittävät toistensa vaihtelua selitettävän muuttujan vaihtelun lisäksi. Tällöin selitysaste voi myös olla korkea, vaikka parametriestimaatit eivät olisikaan tilastollisesti merkitseviä.

Heteroskedastisuudella tarkoitetaan virhetermin varianssin vaihtelua, kun selittävä muuttuja saa erilaisia arvoja. Se voi olla seurausta esimerkiksi outlier-havainnoista tai mallin virheellisestä määrittelystä, mutta multikollinearisuuden tavoin vähäinen heteroskedastisuus ei välttämättä vaadi korjaustoimenpiteitä. Heteroskedastisuus on pääasiassa poikkileikkausaineistossa esiintyvä ongelma, mutta koska paneelidata on yhdistelmä poikkileikkaus- ja aikasarjadataa, voi ongelmaa esiintyä myös paneelidatassa. Tässä tutkielmassa heteroskedastisuutta tarkastellaan residuaalikuvaajien avulla, ja lisäksi residuaalien normaalijakautuneisuutta kvantiilikuvaajan sekä jakauman avulla. Liitteestä 5 nähdään, että etenkin ympäristön suoriutumisindeksin mallin osalta heteroskedastisuutta ei todennäköisesti esiinny, sillä residuaalien varianssi vaihtelee tasaisesti. Lisäksi residuaalit seuraavat kvantiilikuvaajaa ja ovat suhteellisen normaalijakautuneita. Myös ekologisen jalanjäljen mallin osalta voidaan suhteellisen varmasti todeta, että heteroskedastisuutta ei esiinny, sillä residuaalien varianssi ei muutu suuresti selittävän muuttujan arvojen vaihdellessa.

4.1 Estimointi satunnaisten vaikutusten mallilla

Vertailun vuoksi tutkittiin tuloksia vielä satunnaisten vaikutusten mallilla estimoituna. Tällä menetelmällä parametriestimaattien tilastollinen merkitsevyys parani, vaikka tulokset eivät suuresti kaikkien muuttujien osalta muuttuneetkaan. Mielenkiintoista on, että sekä bruttokansantuotteen että väestönkasvun etumerkit vaihtuivat, jolloin vaikutus selitettävään muuttujaan on kiinteiden vaikutusten malliin nähden päinvastainen. Estimoinnin tulokset on ekologisen jalanjäljen osalta esitetty liitteessä 6 ja ympäristön suoriutumisindeksin osalta liitteessä 7.

5. Yhteenveto ja johtopäätökset

Tässä tutkielmassa tutkittiin kestävän kehityksen mittareihin, kestävyysindekseihin, vaikuttavia tekijöitä kestävän kehityksen ympäristöllisen osa-alueen näkökulmasta. Vaikutuksia tutkittiin paneeliregression avulla, ja malleina käytettiin kiinteiden vaikutusten mallia. Tutkimukseen liittyvää teoriaa käsiteltiin luvussa 2, ja teoria pohjautui kestävän kehityksen eri määritelmien ja osa-alueiden tutkimukseen sekä aiempiin kestävyysindeksejä käsitteleviin tutkimuksiin. Dataa oli yhteensä 84 maasta 15 vuoden ajalta, ja data kerättiin Maailmanpankin ylläpitämästä datapankista sekä kestävyysindeksien omista datalähteistä.

Saatujen tutkimustulosten perusteella ei voida sanoa varmasti, että valituilla muuttujilla olisi vaikutusta ekologiseen jalanjälkeen. Vaikka tuloksista löydettiinkin lieviä korrelaatioita, ei yksikään muuttujista ollut tilastollisesti merkitsevä, eikä näin ollen tutkimustuloksia voida pitää luotettavina. Tulosten valossa väestötiheydellä sekä urbaanin väestön määrällä voidaan sanoa olevan erittäin lievä negatiivinen vaikutus ympäristön suoriutumisindeksiin, ja ne olivat mallissa myös tilastollisesti merkitseviä. Tässäkään mallissa bruttokansantuote ja väestönkasvu eivät olleet merkitseviä, vaikka tuloksista havaitaankin lievää vaikutusta selitettävään muuttujaan. Tuloksiin ei tule kuitenkaan suhtautua absoluuttisena totuutena, vaan virheen mahdollisuus on otettava huomioon.

Alatutkimuskysymyksiin voidaan vastata muuttujien kuvailun sekä teoriaosuuden perusteella. Taulukot 7, 8, 9 ja 10 vastaavat tutkimuskysymykseen ”miten muuttujien saamat arvot ovat vaihdelleet vuosina 2002-2016?”. Niiden pohjalta voidaan todeta, että bruttokansantuote asukasta kohden laskettuna on keskimäärin kasvanut tarkasteluajanjaksolla. Tämä kertoo yleisestä vaurastumisesta, kun otetaan huomioon, että maailman väkiluku on samanaikaisesti noussut. Myös urbaanin väestön määrä sekä väestötiheys ovat kasvaneet kaupungistumisen myötä. Väestönkasvuprosentti on ainoana muuttujana pienentynyt tarkasteluajanjaksolla, eli väestö kasvaa hitaammin kuin ennen.

Toiseen alatutkimuskysymykseen vastattiin tutkimuksen teorialuvussa. Indeksejä hyödynnetään lähinnä poliittisen päätöksenteon tukemiseen, ja niiden avulla voidaan huomiota kiinnittää entistä enemmän kehitystä kaipaaviin kohteisiin. Indeksejä kehitetään jatkuvasti entistä paremmiksi, ja tulevaisuudessa niiden merkitys päätöksenteossa voi korostua entisestään, kun mittaamista saadaan kehitettyä tarkemmaksi ja luotettavammaksi.

Mahdollinen jatkotutkimusaihe voisi olla esimerkiksi indeksien arvojen keskinäinen vertailu. Tällä keinolla voitaisiin tutkia indeksien yhteneväisyyttä, ja entistä tarkemmin maiden suoriutumista eri kestävän kehityksen osa-alueilla. Lisäksi malliin voitaisiin sisällyttää useampia selittäviä muuttujia, ja esimerkiksi maan investointiprosentin vaikutusta voitaisiin tarkastella.

Lähdeluettelo

Babcicky, P. (2013) Rethinking the foundations of sustainable measurement: The limitations of the environmental sustainability index (ESI). *Social indicators research* 113 (1), 133-157

Brooks, C. (2014) *Introductory econometrics for finance*, 3. painos. Cambridge University press, New York

Burton, I., Challenger, B., Huq, S., Klein, R.J.T. & Yohe, G (2003) Adaptation to climate change in the context of sustainable development and equity [verkkojulkaisu]. [Viitattu 12.10.2017] Saatavilla: http://www.start.org/Program/advanced_institute3_web/download/Smit_etal_IPCCwg_2_ch18.pdf

Böhringer, C. & Jochem, P. (2006) Measuring the immeasurable – a survey of sustainability indices. *Ecological Economics* 63 (1), 1-8

Costantini, V. & Monni, S. (2006) Environment, human development and economic growth. *Ecological economics* 64, 867-880

Costanza, R. & Dale, H. (1992) Natural capital and sustainable development. *Conservation biology* 6 (1), 37-46

Daly, H. (1990a) Sustainable growth – an impossibility theorem. *Research & Exploration* 7 (3), 260-262

Daly, H. (1990b) Toward some operational principles of sustainable development. *Ecological economics* 2, 1-6

Daly, H. (2012) A further critique of growth economics. *Ecological Economics* 88, 20-24

Frugoli, P.A., Almeida, C.M.V.B., Agostinho, F., Giannetti, B.F., Huidingh, D. (2014) Can measures of well-being and progress help societies to achieve sustainable development? *Journal of cleaner production* 90, 370-380

Galli, A., Wackernagel, M., Iha, K., Lazarus, E. (2013) Ecological footprint: implications for biodiversity. *Ecological economics* 173, 121-132

Giddings, B., Hopwood, B. & O'Brien, G. (2002) Environment, economy and society: fitting them together into sustainable development. *Sustainable development* 10, 187-196

Global Footprint Network (2017a) Ecological Footprint. Our people [verkkojulkaisu]. [Viitattu 7.11.2017]. Saatavilla: <https://www.footprintnetwork.org/about-us/people/>

Global Footprint Network (2017b) Ecological footprint. How the footprint works [verkkojulkaisu]. [Viitattu 4.11.2017]. Saatavilla: <https://www.footprintnetwork.org/our-work/ecological-footprint/>

Global Footprint Network (2017c) Ecological footprint. Data and methodology [verkkojulkaisu]. [Viitattu 7.11.2017]. Saatavilla: <https://www.footprintnetwork.org/resources/data/>

Goodland, R. (1995) The concept of environmental sustainability. *Annual review of ecology and systematics* 1 (26), 1-24

Heikkilä, T. (2014). Tilastollinen tutkimus. Edita Publishing Oy, Porvoo

Hezri, A.A. & Dovers, S.R. (2005) Sustainability indicators, policy and governance: issues for ecological economics. *Ecological economics* 60 (1), 86-99

Hill, R.C., Griffiths, W. E. & Lim, G.C. (2012) Principles of econometrics. 4. painos. John Wiley & Sons, Asia

Hopwood, B., Mellor, M. & O'Brien, G. (2005) Sustainable development: mapping different approaches. *Sustainable Development* 13, 38-52

Hsu A. et al. (2016) 2016 Environmental Performance Index. New Haven, Yale University [verkkojulkaisu]. [Viitattu 29.11.2017]. Saatavilla: http://epi.yale.edu/sites/default/files/2016EPI_Full_Report_opt.pdf

Hueting, R. (2009) Why environmental sustainability can most probably not be attained with growing production. *Journal of cleaner production* 18, 525-530

Kates, R., Leiserowitz, A. & Parris, T. (2005) What is sustainable development? Goals, indicators, values and practise. *Environment: science and policy for sustainable development* 47 (3), 8-21

Kolttola, L. (2006) Kestävällä kehityksellä on monta mittaria. Tilastokeskus [verkkojulkaisu]. [Viitattu 29.10.2017]. Saatavilla: http://www.stat.fi/tup/tietotrendit/tt_05_06_kestava-kehitys.html

Korpelainen, L. (2017) Joulukinkun paistinrasvoista taas polttoainetta – keräys laajenee koko maahan. Yle uutiset [verkkojulkaisu]. [Viitattu 3.12.2017]. Saatavilla: <https://yle.fi/uutiset/3-9931835>

Mitchell, G. (1996) Problems and fundamentals of sustainable development indicators. *Sustainable development* 4, 1-11

Moldan, B., Janouskova, S. & Hák, T. (2009) How to understand and measure environmental sustainability: indicators and targets. *Ecological indicators* 17, 4-13

Mori, K. & Christodoulou, A. (2010) Review of sustainability indices and indicators: Towards a new City Sustainability Index. *Environmental impact assessment review* 32 (1), 94-106

Parris, T.M. & Kates, R.W. (2003) Characterizing and measuring sustainable development. *Annual review of environment and resources* 28, 559-586

Qian, Y., Tang, L., Qiu, Q., Xu, T. (2014) A comparative analysis on assessment of land carrying capacity with ecological footprint analysis and index system method. *PLos ONE* 10 (6)

Reckien, D. (2017) Climate change, equity and the Sustainable Development Goals: An urban perspective. *Environment and Urbanization* 29 (1), 159-182

Rinne, J., Lyytimäki, J. & Kautto, P (2013) From sustainability to well-being: Lessons learned from the use of sustainable development indicators at national and EU level. *Ecological indicators* 35, 35-42

Siche, J., Agostinho, F., Ortega, E. Romeiro, A. (2008) Sustainability of nations by indices: Comparative study between environmental sustainability index, ecological footprint and the emergy performance indices. *Ecological Economics* 66 (4) 628-637

Wackernagel, M., Schultz, N.B., Deumling, D., Callejas Linares, A., Jenkins, M., Kapos, V., Monfreda, C., Loh, J., Myers, N., Norgaard, R. & Randers, J. (2002) Tracking the ecological overshoot of the human economy. *Proceeding of the national academy of sciences of the United States of America* 99 (14), 9266-9271

Wackernagel, M. (2009) Methodological advancements in footprint analysis. *Ecological economics* 68 (7), 1925-1927

Waters, D. (2001). *Quantitative Methods for Business*. Pearson Education Limited, Harlow

Wilson, J. (2015) The triple bottom line. *International journal of retail & distribution management* 43 (4/5), 432-447

World Bank (2017). Data reports. World development indicators [verkkojulkaisu].
[Viitattu 13.12.2017]. Saatavilla:

<http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=world-development-indicators>

Yale University (2017a) Environmental performance index. Introduction [verkkojulkaisu]. [Viitattu 1.11.2017]. Saatavilla: <http://epi.yale.edu/chapter/introduction>

Yale University (2017b) Environmental performance index. Downloads [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2.11.2017]. Saatavilla: <http://archive.epi.yale.edu/downloads>

Özdemir, E.D., Härdtlein, M., Jenssen, T., Zech, D. & Eltrop, L. (2010) A confusion of tongues or the art of aggregating indicators – reflections on four projective methodologies on sustainability measurement. *Renewable and sustainable energy reviews* 15, 2385-2396

Liitteet

Liite 1. Hausman-testi (ef)

Hausman Test for Random Effects		
DF	m Value	Pr > m
4	21.57	0.0002

Liite 2. F-testi (ef)

F Test for No Fixed Effects			
Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
83	919	4.75	<.0001

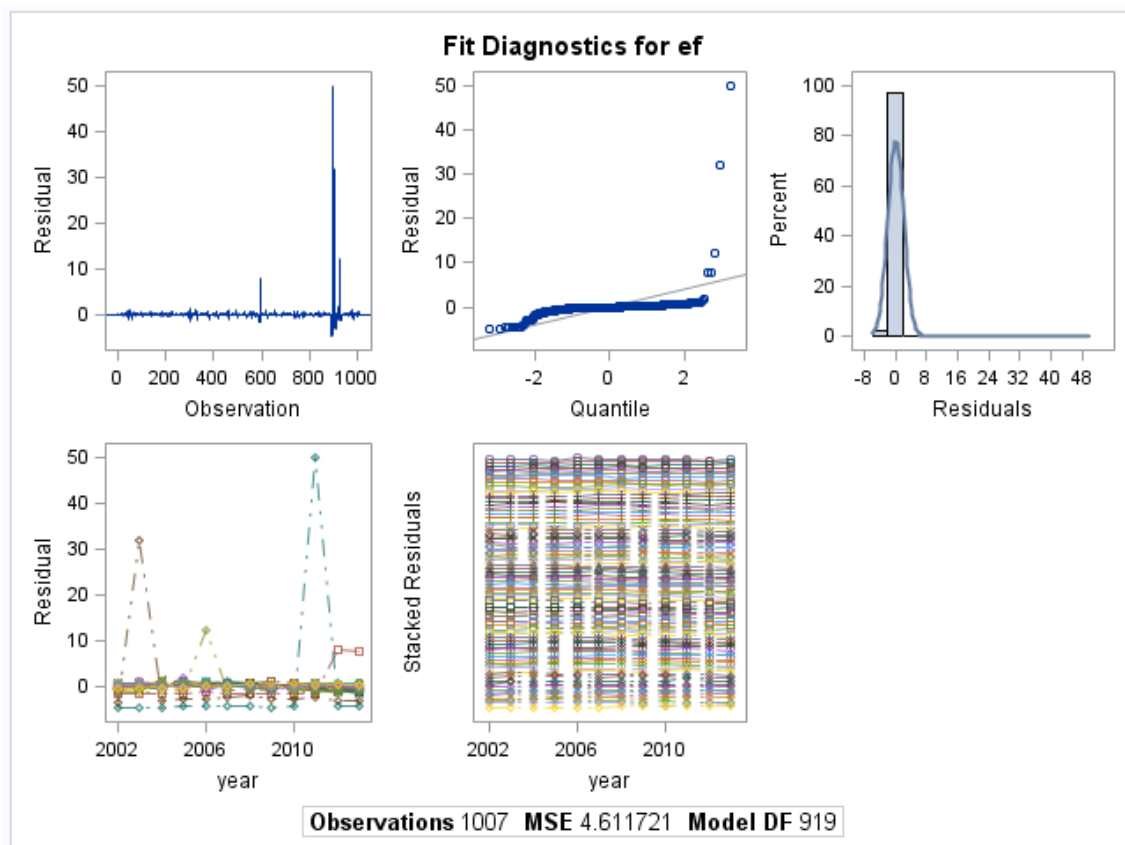
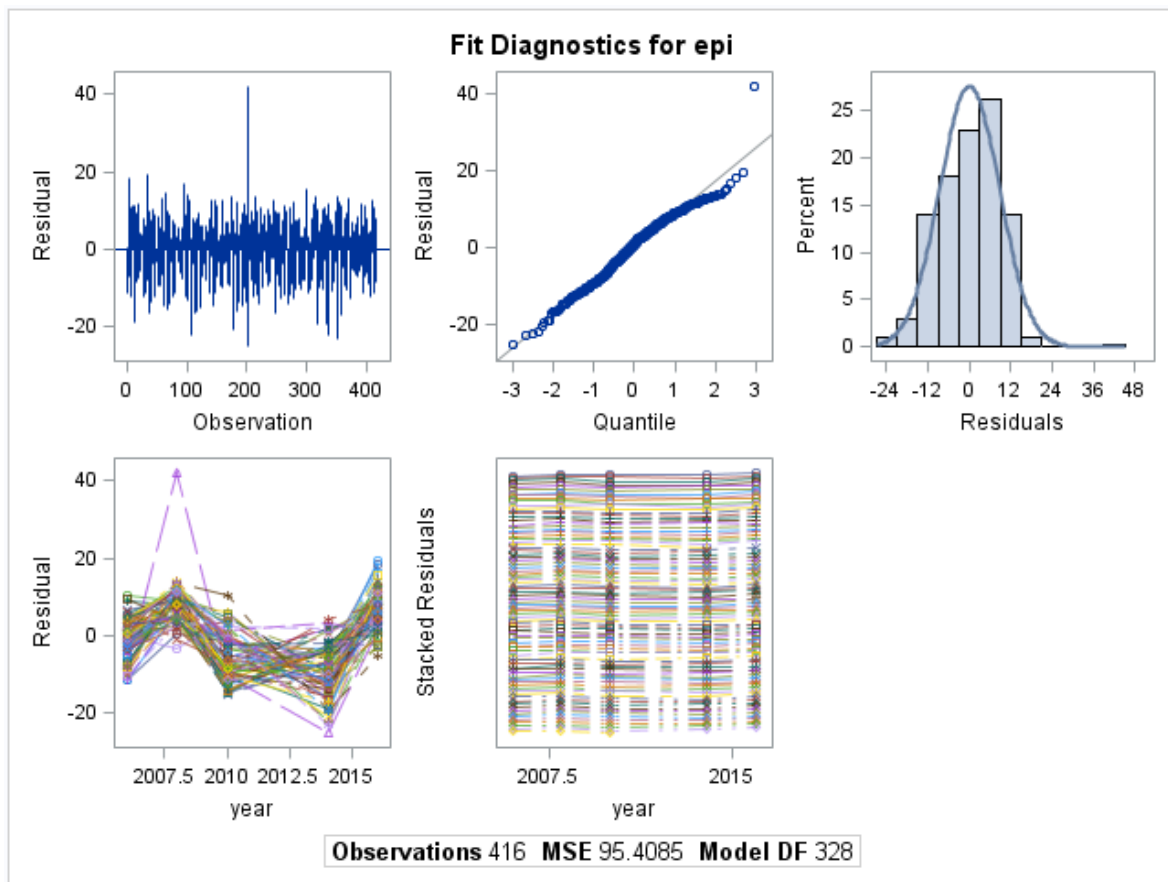
Liite 3. Hausman-testi (epi)

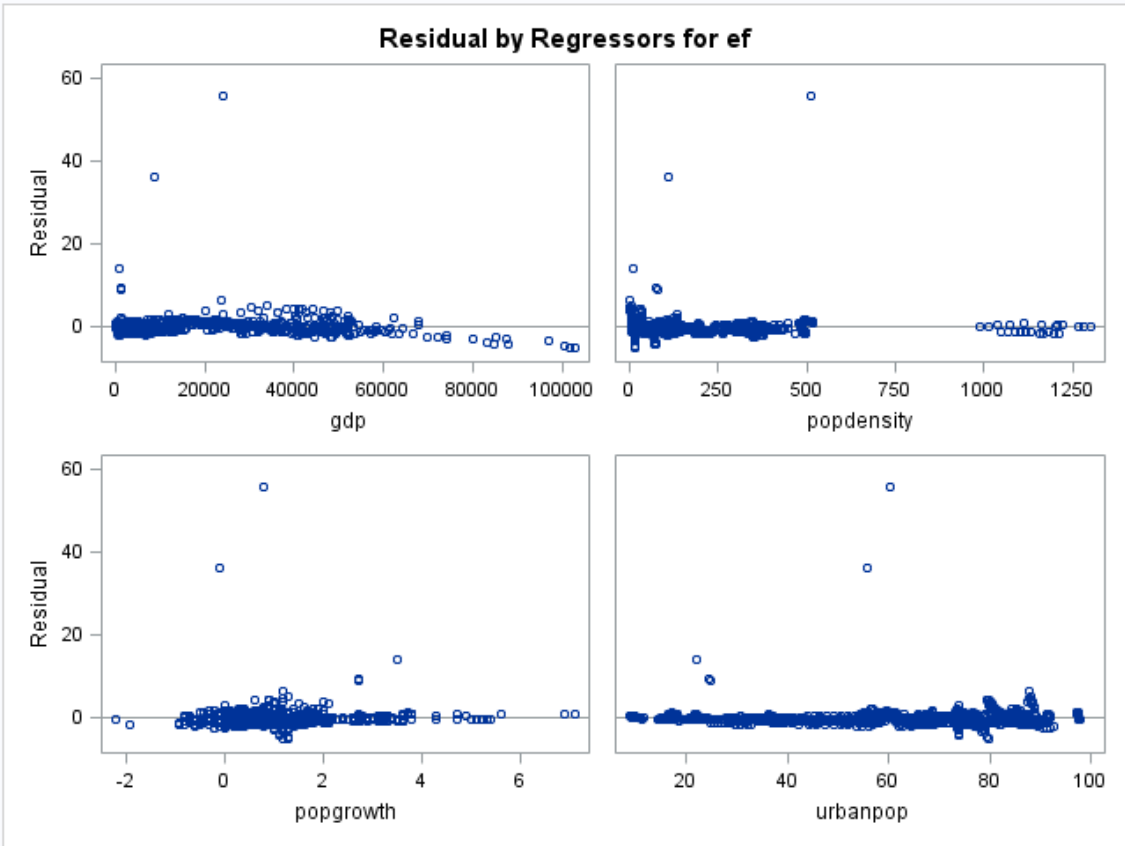
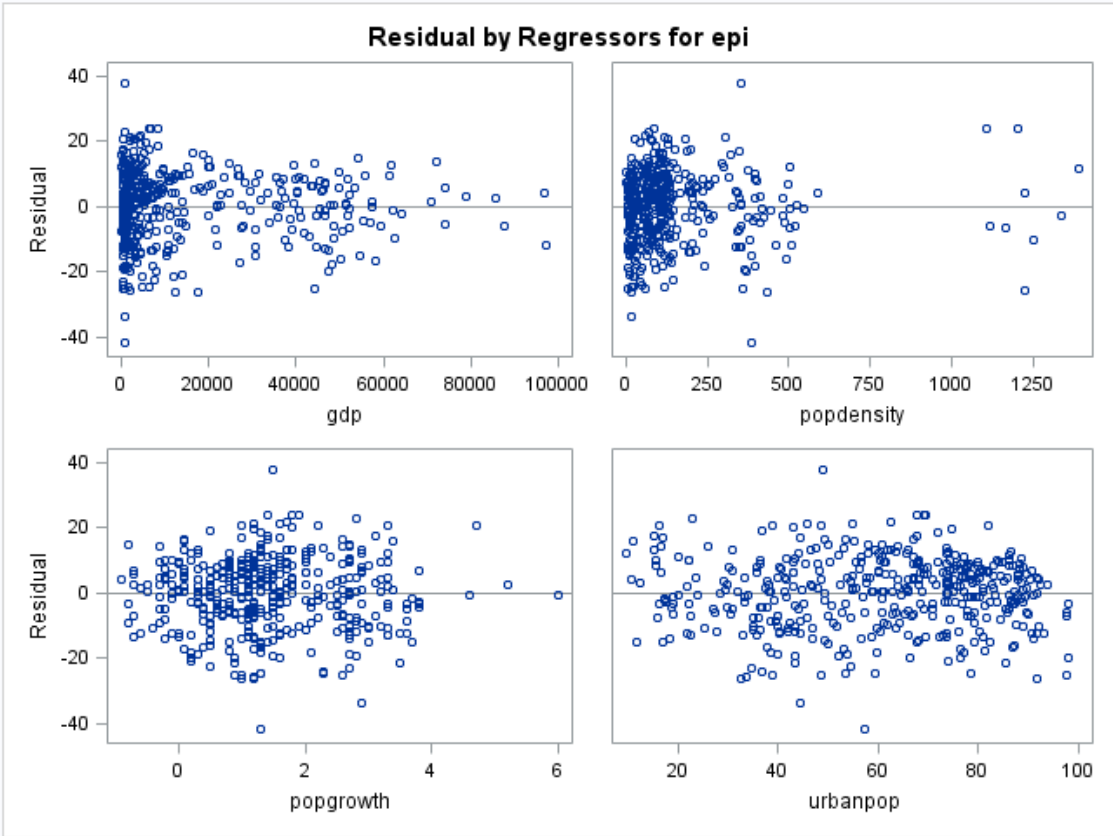
Hausman Test for Random Effects		
DF	m Value	Pr > m
4	27.65	<.0001

Liite 4. F-testi (epi)

F Test for No Fixed Effects			
Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
83	328	2.39	<.0001

Liite 5. Residuaalikuvaajat





Liite 6. Satunnaisten vaikutusten malli (ef)

Model Description					
Estimation Method	RanOne				
Number of Cross Sections	84				
Time Series Length	12				

Fit Statistics			
SSE	4489.0234	DFE	1002
MSE	4.4801	Root MSE	2.1166
R-Square	0.0602		

Variance Component Estimates	
Variance Component for Cross Sections	3.849819
Variance Component for Error	4.611721

Hausman Test for Random Effects		
DF	m Value	Pr > m
4	21.57	0.0002

Breusch Pagan Test for Random Effects (One Way)		
DF	m Value	Pr > m
1	237.06	<.0001

Parameter Estimates						
Variable	DF	Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t	Label
Intercept	1	0.043463	0.7574	0.06	0.9543	Intercept
gdp	1	0.000037	0.000011	3.55	0.0004	gdp
popgrowth	1	-0.06576	0.1433	-0.46	0.6464	popgrowth
popdensity	1	0.000353	0.000998	0.35	0.7237	popdensity
urbanpop	1	0.04862	0.0115	4.25	<.0001	urbanpop

Liite 7. Satunnaisten vaikutusten malli (epi)

Model Description					
Estimation Method	RanOne				
Number of Cross Sections	84				
Time Series Length	5				

Fit Statistics			
SSE	34382.9120	DFE	411
MSE	83.6567	Root MSE	9.1464
R-Square	0.0222		

Variance Component Estimates	
Variance Component for Cross Sections	1348.068
Variance Component for Error	95.4085

Hausman Test for Random Effects		
DF	m Value	Pr > m
4	27.65	<.0001

Breusch Pagan Test for Random Effects (One Way)		
DF	m Value	Pr > m
1	6.37	0.0116

Parameter Estimates						
Variable	DF	Estimate	Standard Error	t Value	Pr > t	Label
Intercept	1	73.56849	9.8775	7.45	<.0001	Intercept
gdp	1	-0.00004	0.000116	-0.38	0.7046	gdp
popgrowth	1	-1.02055	1.3399	-0.76	0.4467	popgrowth
popdensity	1	-0.02328	0.00828	-2.81	0.0052	popdensity
urbanpop	1	-0.05006	0.1503	-0.33	0.7392	urbanpop